

CÁLCULO DA DEPRECIAÇÃO DE APARTAMENTOS USANDO REGRESSÃO LINEAR E MÉTODO DE ROSS-HEIDECKE: UM ESTUDO COMPARATIVO

RESUMO

Todos os materiais utilizados para a construção de edificações sofrem deterioração ao longo do tempo. Esta deterioração será em maior ou menor grau dependendo das condições à que o imóvel estará exposto e ao tipo e periodicidade das manutenções. Ocorrendo a deterioração ocorre conseqüentemente a depreciação da edificação. O conceito de depreciação de um imóvel está essencialmente relacionado com a sua perda de valor econômico, ocasionada pela degradação que sofre um edifício em decorrência de fatores como: utilização, idade, constituição, meio envolvente, entre outros. No intuito de avaliar a depreciação física e também funcional de um bem, este artigo apresenta um método de cálculo da depreciação para apartamentos usando regressão linear. A modelagem por inferência estatística possibilitou elaborar uma planilha de depreciação com base em dados reais de mercado. Esta planilha foi comparada com uma planilha obtida pelo método de Ross-Heidecke. Os resultados mostraram que existem discrepâncias importantes entre estes dois métodos na determinação do comportamento da depreciação de um imóvel tipo apartamento no local estudado.

Palavras-chave: Depreciação, Método de Ross-Heidecke, Regressão linear, Avaliação de imóveis.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

De forma geral, o valor de mercado de um imóvel, possui sua maior valorização depois de concluídas todas as etapas de construção, obtenção de todas as licenças e regularizações e antes da entrada de seus primeiros moradores. Esta é a fase denominada “Imóvel Novo”. Com o passar do tempo e diversos outros fatores, o valor do imóvel tende a diminuir, podendo chegar à zero ou até mesmo atingir valor negativo. Este fenômeno é denominado depreciação.

De acordo com a norma ABNT NBR 14653-1:2001, a depreciação é a perda de valor de um bem, devido à modificação em seu estado ou qualidade, ocasionada por: decrepitude (desgaste de suas partes constitutivas, em consequência de seu envelhecimento natural, em condições normais de utilização e manutenção), deterioração (desgaste de seus componentes em razão de uso ou manutenção inadequados), mutilação (retirada de sistemas ou componentes originais existentes) e obsolescência (superação tecnológica ou funcional).

Tendo em vista que a depreciação é um fator muito importante na determinação do valor de um bem, diversos métodos foram desenvolvidos na intenção de simplificar o trabalho do avaliador, dentre os quais se destaca o método de Ross-Heidecke, largamente utilizado.

Neste trabalho pretende-se apresentar uma maneira de determinar a depreciação usando regressão linear e confrontar os resultados obtidos com aqueles considerados na tabela de Ross-Heidecke.

1.2. Objetivo geral e objetivos específicos

1.2.1. Objetivo Geral

Fazer um estudo comparativo entre a depreciação determinada por regressão linear e a depreciação obtida pelo método de Ross-Heidecke.

1.2.2. Objetivos Específicos

- Através de inferência estatística, construir um modelo que permita valorar apartamentos localizados na região central de Joinville (SC), de padrão construtivo normal, considerando diversas idades e estados de conservação.
- A partir do modelo de regressão linear obtido, elaborar uma tabela nos moldes da Tabela de Ross Heidecke.

1.3. Justificativa

A justificativa para o presente estudo reside na abordagem de um tema pouco desenvolvido e estudado, cujo interesse e importância são inegáveis, tendo em vista que a determinação do grau de depreciação de um bem afeta diretamente seu valor de mercado.

A tabela de Ross-Heidecke é a mais utilizada para o cálculo de depreciação de edificações, porém foi elaborada há muitos anos em outro País.

É de conhecimento geral dos avaliadores que o mercado imobiliário pode sofrer diversas variações que estão intimamente ligadas à situação financeira mundial e regional, e a questões culturais e sociais.

Portanto os coeficientes elaborados por pesquisadores consagrados podem ser utilizados, porém com ressalvas e sempre que possível estes devem ser adaptado e pesquisado em macro e micro regiões, periodicamente. Somente através desta pesquisa a comunidade técnica poderá contar com valores de coeficientes que sejam mais próximos da realidade de cada mercado, pois neste caso além da depreciação física também estarão levando em consideração a depreciação funcional e a situação econômica Regional e Nacional.

2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

2.1. Depreciação

O conceito de depreciação de um imóvel está essencialmente relacionado com a sua perda de valor econômico, ocasionada pela degradação que sofre um edifício em decorrência de fatores como: utilização, idade, constituição, meio envolvente, entre outros.

De acordo com a norma ABNT NBR 14653-1:2001, a “*depreciação é a perda de valor de um bem, devido à modificação em seu estado ou qualidade, ocasionada por: decrepitude (desgaste de suas partes constitutivas, em consequência de seu envelhecimento natural, em condições normais de utilização e manutenção), deterioração (desgaste de seus componentes em razão de uso ou manutenção inadequados), mutilação (retirada de sistemas ou componentes originais existentes) e obsolescência (superação tecnológica ou funcional).*”

No âmbito da avaliação de imóveis é identificada essencialmente a depreciação associada ao desgaste físico do edifício ou depreciação física e a depreciação funcional, podendo ser caracterizada da forma como apresentada na Figura 1 (NETHER, 2010).

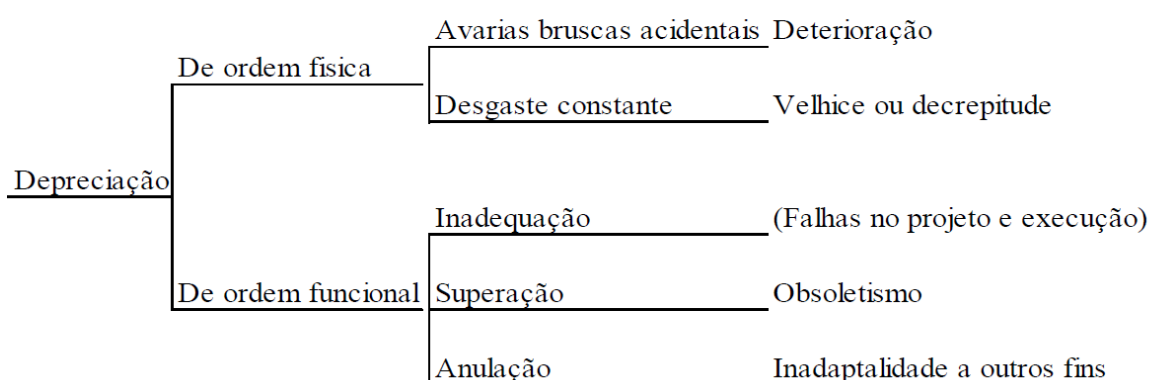


Figura 1 – Depreciação Física e Funcional: causas (NETHER, 2010)

2.1.1. Depreciação Física

Por ser constituído por materiais perecíveis o edifício sofre desgastes ao longo do tempo. A medição do desgaste constitui o coeficiente de depreciação de carácter físico.

A depreciação física deverá corresponder ao montante necessário a ser aplicado em uma intervenção no imóvel, a qual proporcione ao mesmo uma condição de habitabilidade compatível a de seu estado de novo.

Segundo Ruy Figueiredo (2004) a depreciação física manifesta-se pelo desgaste dos componentes construtivos resultantes do uso e exposição ambiental a que estiveram submetidos, e da não execução de obras de conservação com a periodicidade recomendável.

De acordo com NETHER (2002), a depreciação de ordem física é “*decorrente do desgaste das várias partes que constituem a edificação e que pode ser devido ao uso normal, falta de manutenção ou emprego de materiais de baixa qualidade.*”

As figuras 2 e 3 apresentam exemplos de depreciação física.



Figura 2 – Exemplo de depreciação física (Arquivo pessoal)



Figura 3 – Exemplo Depreciação Física (Arquivo pessoal)

2.1.2. Depreciação Funcional

A depreciação funcional no caso de imóveis pode ser provocada por inadequação, superação ou anulação.

- Inadequação: Devido às falhas no projeto e/ou na execução, resultando na inadequação à finalidade para o qual foi projetado. Exemplo: Imóvel projetado de forma que para acessar um dormitório necessita passar por dentro de outro dormitório.
- Superação: É consequência do desenvolvimento de novas técnicas e novos materiais. Exemplo: utilização de manilhas louças para banheiro e azulejos antigos, utilização de manilhas cerâmicas para a execução de esgoto, construção de garagens com dimensões adequadas aos veículos da época da construção, porém atualmente não são suficientes para abrigar os veículos de passeio mais vendidos.
- Anulação: É o resultado da inadaptabilidade para outros fins, como por exemplo, o caso de uma edificação comercial que, por restrições de zoneamento, não pode funcionar no local em que foi construído e não pode ser adaptado para servir de residência.

Nenhum dos métodos utilizados para o cálculo da depreciação de imóveis faz menção em sua fórmula matemática, à depreciação de ordem funcional. Portanto este tipo de depreciação deve ser estudado caso a caso, de acordo com a experiência do profissional avaliador, preferencialmente através de levantamentos estatísticos.

A Figura 4 mostra um exemplo de depreciação funcional.

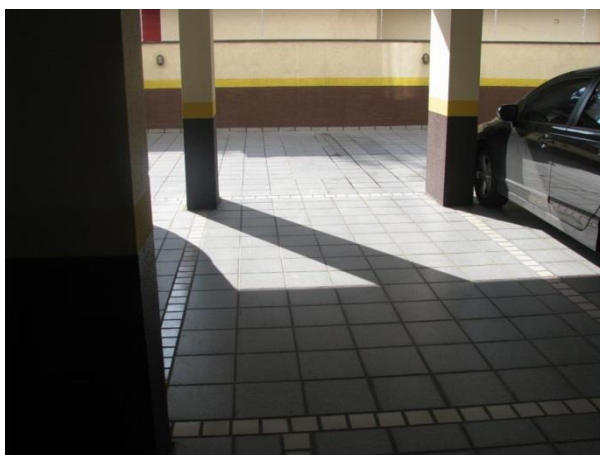


Figura 4 – Exemplo de depreciação funcional: Garagem dimensões inadequadas (Arquivo pessoal)

2.2. Vida útil de um bem

A vida útil do bem é determinante no cálculo da sua depreciação. De forma sintética a vida útil de um bem traduz a sua durabilidade. A NBR 14653-1 (Procedimentos gerais de avaliação de bens) define vida útil como prazo de utilização funcional de um bem.

Outros conceitos definem vida útil de um bem como sendo o espaço de tempo entre a entrada em serviço desse bem e a sua desmontagem para uma possível reciclagem. Ou seja, o intervalo de tempo em que um bem inicia sua utilização e o momento em que ele possui tantas avarias, desgaste e/ou perda de funcionalidade, a ponto de não poder ser mais utilizado.

De acordo com Ripper (2003), a vida útil de uma construção é o período durante o qual esta conserva os requisitos estabelecidos em projeto quanto à segurança funcionalidade e estética, sem custos inesperados de manutenção (reparação).

A NBR 15575-1/2013 (Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais) conceitua: *“Vida útil é uma medida temporal da durabilidade de um edifício ou de suas partes (sistemas complexos, do próprio sistema e de suas partes: Sistemas, elementos e componentes).”*

Nas definições e conceitos descritos, observa-se que os três aspectos que caracterizam a vida útil são: tempo, desempenho e custos.

Observa-se também que a vida útil está intimamente ligada à depreciação de ordem física e depreciação de ordem funcional.

2.2.1. Durabilidade

Quando relacionamos vida útil à depreciação física é necessário ter em mente o conceito de durabilidade.

De acordo com Gomes e Ferreira (2009): *“Uma construção é durável se for capaz de desempenhar as funções para que foi concebida, durante o período de vida previsto, sem que para tal seja necessário despender custos de manutenção e reparação imprevistos. A durabilidade, sendo caracterizada pela vida útil de um conjunto de materiais e componentes, desempenha uma função importante para a obtenção duma construção sustentável.”*

A NBR 15575-1/2013- Edificações habitacionais – Desempenho. Parte 1: Requisitos gerais, conceitua:

“Durabilidade - capacidade da edificação ou de seus sistemas de desempenhar suas funções, ao longo do tempo e sob condições de uso e manutenção especificadas no manual de uso, operação e manutenção. Nota: o termo durabilidade é comumente utilizado como qualitativo para expressar as condições em que a edificação ou seus sistemas mantêm seu desempenho requerido durante a vida útil.”

2.2.2. Vida Útil Estimada e de Projeto

A NBR 15575-1:2013, define o que é Vida Útil Estimada e Vida Útil de Projeto. A definição da Vida Útil de Projeto é muito importante tanto para as construtoras e engenheiros como para os cliente/compradores. Com a especificação da vida útil da edificação no projeto, as construtoras e engenheiros sabem por quanto tempo devem arcar com suas responsabilidades sobre a mesma e o cliente/comprador do imóvel estará ciente de que está comprando um imóvel com uma determinada vida útil. Para que a vida útil da edificação atinja a idade especificada em projeto fazem-se necessárias realizações de manutenções periódicas as quais também devem estar especificadas no projeto.

Já a Vida Útil Estimada é a durabilidade prevista para um dado produto, inferida a partir de dados históricos de desempenho do produto ou de ensaios de envelhecimento acelerado.

De acordo com a NBR 15575-1:2013, a Vida Útil de Projeto (VUP) é definida pelo incorporador e/ou proprietário e projetista, sendo basicamente uma expressão de caráter econômico de um requisito do usuário. A melhor forma para se determinar a VUP para uma parte de uma edificação é através de pesquisa de opinião entre técnicos, usuários e agentes envolvidos com o processo de construção. De acordo com o Anexo C desta mesma norma, em países europeus, isto foi feito durante as décadas de 60 e 70 para a regulamentação dos valores das VUP mínimas requeridas.

A VUP é uma definição de projeto que deve ser estabelecida inicialmente para balizar todo o processo de produção do bem. Quando se projeta um sistema ou um elemento (por exemplo, a impermeabilização de uma laje), é possível escolher entre uma infinidade de técnicas e materiais. Alguns, pelas suas características, podem ter vida útil de projeto (VUP) de 20 anos, sem manutenção, e outros não mais que cinco anos. Evidentemente, as soluções têm custo e desempenho muito diferentes ao longo do tempo.

Ainda de acordo com a NBR 15575-1:2013 a VUP pode ser normalmente prolongada através de ações de manutenção. Quem define a VUP deve também estabelecer as ações de manutenção que devem ser realizadas para garantir o atendimento à mesma. É necessário salientar a importância da realização integral das ações de manutenção pelo usuário, sem o que se corre o risco de a VUP não ser atingida.

A NBR 15575-1:2013 no Anexo C (informativo), apresenta os critérios e parâmetros adotados para a determinação da VUP.

Para a determinação do coeficiente de depreciação de uma edificação, através da Tabela de Ross-Heidecke é necessária a fixação da vida útil da edificação analisada. A NBR 15575-1 começou a vigorar a partir de 19/07/2013, porém a quantidade de anos da Vida Útil de Projeto é apenas informativa e deverá ser determinada pelo projetista de forma clara nos projetos.

Mesmo em caráter informativo os valores citados na NBR 15575-1:2013, podem ser levados em consideração como balizamento, pois anteriormente a esta Norma não existiam estudos oficiais no Brasil, relativos à Vida Útil de Projeto. Existiam algumas bibliografias reconhecidas nacionalmente que sugeriam que a Vida Útil Estimada para edificações em concreto armado e alvenaria fosse de 50 anos e as edificações em madeira 40 anos de Vida Útil Estimada. Estes eram os valores normalmente fixados para o enquadramento das Edificações na Tabela de Coeficiente de Depreciação de Ross Heidecke.

2.2.3. Obsolescência

Quando relacionamos vida útil à depreciação funcional é necessário ter em mente o conceito de obsolescência. A Obsolescência ocorre devido a um processo de desatualização, o qual pode estar relacionado tanto ao projeto quanto à execução, pois é o momento em que pelas especificações do projeto ou da execução os mesmos encontram-se superados, ou seja, deixaram de cumprir sua função com o nível de desempenho necessário.

Faz-se necessário que o projeto e os métodos construtivos utilizados sejam estudados de forma a atender as exigências do usuário pelo período que a edificação for durável do ponto de vista físico.

A Obsolescência interfere de modo significativo na vida útil da edificação, porém trata-se de um conceito relativo, de difícil mensuração e previsão. Também não está expressa em nenhuma fórmula matemática utilizada para a determinação da depreciação de uma edificação, porém deve ser sempre avaliada sob o risco de a depreciação ou final da vida útil de uma edificação não ser determinada corretamente.

2.2.4. Fim da Vida Útil

Com base nos conceitos descritos nos itens anteriores considera-se que a vida útil de uma edificação ou de um elemento da mesma, chegou ao seu limite, ou seja ao fim, quando este deixa de desempenhar de forma adequada as funções para que foi projetada e ou construída.

De modo a ilustrar e facilitar a sua definição Hovde e Moser (2004) dividiram as propriedades de um elemento de construção em exigências de segurança, função

e aparência, considerando o fim da vida útil quando qualquer uma dessas exigências deixar de ser cumprida.

2.3. Idade efetiva e idade residual do imóvel

Idade efetiva é o tempo decorrido desde o início da utilização até a data da análise. Nos casos de estudos em edifícios não concluídos, interrompidos em fase de construção, a idade será considerada a partir do momento da interrupção dos trabalhos, sendo que para efeitos de cálculo da depreciação será necessário proceder à análise da situação da obra e seus componentes construtivos.

Idade Residual é a diferença entre a vida útil do edifício e a sua idade efetiva ou atual.

2.4. Método de depreciação de Ross-Heidecke

Existem alguns métodos para calcular a depreciação de um imóvel, porém o mais completo e matematicamente mais desenvolvido é o de Ross-Heidecke. Este método leva em consideração a vida útil, idade efetiva e estado da edificação. Apesar de o conceito de Vida Útil, ainda não ser um tema muito estudado e publicado e a determinação do estado de conservação depender da sensibilidade e conceitos de cada profissional avaliador, este é o método de determinação de depreciação de edificações que leva em consideração fatores importantes e influenciantes na perda de valor econômico de uma edificação.

Este é um método aceito pela comunidade técnica e pelos Tribunais, o qual facilita e generaliza o cálculo da depreciação física.

O método de Ross considera somente a idade:

$$K = \frac{1}{2} [u/n + (u/n)^2]$$

Onde:

K = Depreciação física

n = Vida útil do imóvel

u = Idade Efetiva do imóvel

Heidecke desenvolveu um método de depreciação física que leva em conta apenas o estado de conservação (Tabela 1).

Estado da construção	Depreciação (%)
a) Novo	0,00
b) Entre novo e regular	0,32
c) Regular	2,52
d) Entre regular e reparos simples	8,09
e) Reparos simples	18,10
f) Entre reparos simples e importantes	33,20
g) Reparos importantes	52,60
h) Entre reparos importantes e sem valor	75,20
i) Sem valor	100,00

Tabela 1 - Coeficientes de depreciação de Heidecke

O método de Ross–Heidecke considera a idade e o estado de conservação para calcular a depreciação:

$$K = \frac{1}{2} [(u/n) + (u/n)^2] + \{1 - \frac{1}{2} [(u/n) + (u/n)^2]\} C$$

Onde:

K = Depreciação física

n = Vida útil do imóvel

u = Idade Efetiva do imóvel

C = Coeficiente de depreciação de Heidecke

Com a fórmula anterior, é possível elaborar a tabela de entrada dupla em que se consideram simultaneamente a idade e o estado de conservação (Tabela 2).

Idade [% da vida]	Estado de conservação							
	a	b	c	d	e	f	g	h
2	1,02	1,05	3,51	9,03	18,9	33,9	53,1	75,4
4	2,08	2,11	4,55	10	19,8	34,6	53,6	75,7
6	3,18	3,21	5,62	11,0	20,7	35,3	54,1	76,0
8	4,32	4,35	6,73	12,1	21,6	36,1	54,6	76,3
10	5,50	5,53	7,88	13,7	22,6	36,9	55,2	76,6
12	6,72	6,75	9,07	14,3	23,6	37,7	55,8	76,9
14	7,98	8,01	10,3	15,4	24,6	38,5	56,4	77,2
16	9,28	9,31	11,6	16,6	25,7	39,4	57,0	77,5
18	10,6	10,6	12,9	17,8	26,8	40,3	57,6	77,8
20	12,0	12,0	14,2	19,1	27,9	41,2	58,3	78,2
22	13,4	13,4	15,6	20,4	29,1	42,2	59,0	78,5
24	14,9	14,9	17,0	21,8	30,3	43,1	59,6	78,9
26	16,4	16,4	18,5	23,1	31,5	44,1	60,4	79,3
28	17,9	17,9	20,0	24,6	32,8	45,2	61,1	79,6
30	19,5	19,5	21,5	26,0	34,1	46,2	61,8	80,0
32	21,1	21,1	23,1	27,5	35,4	47,3	62,6	80,4
34	22,8	22,8	24,7	29,0	36,8	48,4	63,4	80,8
36	24,5	24,5	26,4	30,6	38,1	49,5	64,2	81,3
38	26,2	26,2	28,1	32,2	39,6	50,7	65,0	81,7
40	28,0	28,8	29,9	33,8	41,0	51,9	65,9	82,1
42	29,9	29,8	31,6	35,5	42,5	53,1	66,7	82,6
44	31,7	31,7	33,4	37,2	44,0	54,4	67,6	83,1
46	33,6	33,6	35,2	38,9	45,6	55,6	68,5	83,5
48	35,5	35,5	37,1	40,7	47,2	56,9	69,4	84,0
50	37,5	37,5	39,1	42,6	48,8	58,2	70,4	84,5
52	39,5	39,5	41,9	44,4	50,5	59,6	71,3	85,0
54	41,6	41,6	43,0	46,3	52,1	61,0	72,3	85,5
56	43,7	43,7	45,1	48,2	53,9	62,4	73,3	86,0
58	45,8	45,8	47,2	50,2	55,6	63,8	74,3	86,6
60	48,0	48,8	49,3	52,2	57,4	65,3	75,3	87,1
62	50,2	50,2	51,5	54,2	59,2	66,7	76,4	87,7
64	52,5	52,5	53,7	56,3	61,1	68,3	77,5	88,2
66	54,8	54,8	55,9	58,4	63,0	69,8	78,6	88,8
68	57,1	57,1	58,2	60,6	64,9	71,4	79,7	89,4
70	59,5	59,5	60,5	62,8	66,8	72,9	80,8	90,0
72	61,2	61,9	62,9	65,0	68,8	74,6	81,9	90,6
74	64,4	64,4	65,3	67,3	70,8	76,2	83,1	91,2
76	66,9	66,9	67,7	69,6	72,8	77,9	84,3	91,8
78	69,4	69,4	70,2	71,9	74,9	79,6	85,5	92,4
80	72,0	72,0	72,7	74,3	77,1	81,3	86,7	93,1

Tabela 2 - Tabela de Ross-Heidecke

Idade [% da vida]	Estado de conservação							
	a	b	c	d	e	f	g	h
82	74,6	74,6	75,3	76,7	79,2	83,0	88,0	93,7
84	77,3	77,3	77,8	79,1	81,4	84,8	89,2	94,4
86	80,0	80,0	80,5	81,6	83,6	86,6	90,5	95,5
88	82,7	82,7	83,2	84,1	85,8	88,5	91,8	95,7
90	85,5	85,5	85,9	86,7	88,1	90,3	93,1	96,4
92	88,3	88,3	88,6	89,3	90,4	92,2	94,5	97,1
94	91,2	91,2	91,4	91,9	92,8	94,1	95,8	97,6
96	94,1	94,1	94,2	94,6	95,1	96,0	97,2	98,1
98	97,0	97,0	97,1	97,3	97,6	98,0	98,0	99,8
100	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0	100,0

Tabela 2 - Tabela de Ross-Heidecke (cont.)

A depreciação física de um imóvel é determinada com base na seguinte expressão geral:

$$D = K(V_i - V_r)$$

Onde:

- D = Depreciação acumulada
- K = Fator de depreciação acumulada
- V_i = Valor inicial do imóvel
- V_r = Valor residual do Imóvel
- $V_i - V_r$ = Valor depreciável

O cálculo do valor atual (V_a) é feito pela expressão:

$$V_a = V_i - K(V_i - V_r)$$

Embora este método seja consagrado na literatura e muito usado na prática, representará ele sempre a realidade do mercado imobiliário? Visando responder este questionamento, foi desenvolvido o estudo apresentado neste artigo.

3. MÉTODO

Serão descritos a seguir os procedimentos usados neste trabalho para determinar a depreciação em função da idade e estado de conservação dos imóveis na região estudada.

3.1.1. Pesquisa de valores

No presente estudo delimitou-se a área de abrangência à região central de Joinville, apartamentos de padrão residencial normal, localizados entre o segundo o penúltimo pavimento.

Como o que se pretende é verificar a variação de valores de apartamentos em decorrência da sua idade e conservação, buscaram-se amostras das mais diversas idades e estados de conservação.

Foi colhido o máximo de informações possíveis sobre os apartamentos, como: idade, estado de conservação, número de vagas de garagem, área privativa, área total, existência de salão e festas e porteiro 24 horas, número de dormitórios, existência de elevador e valor do condomínio. Estas variáveis foram todas testadas no modelo para a verificação de sua influência na formação do preço.

Na intenção de formar uma amostra mais homogênea, foram estabelecidos alguns critérios de seleção, tais como: não utilizar imóveis localizados no térreo e na cobertura dos edifícios, não utilizar imóveis inacabados ou à venda em planta.

A Figura 5 mostra a localização dos dados da amostra. A área delimitada pela linha vermelha é o centro da cidade de Joinville.



Figura 5 – Localização dos dados da amostra

Foram levantados dados de 51 imóveis no ano de 2013. A ficha apresentada no Apêndice mostra as características consideradas para os primeiros sete imóveis.

3.1.2. Tratamento dos dados

O tratamento dos dados foi realizado através de método científico com a utilização de modelo de regressão linear com auxílio do *software* Infer 32, que gerou os gráficos e tabelas apresentados nos itens 4 e 5. Este *software* foi usado por conveniência dos autores, não sendo sugerido com isto que ele seja melhor do que outros que existam no mercado. O modelo obtido é apresentado com detalhes pois ele foi fundamental para obtenção das curvas de depreciação apresentadas mais adiante, cuja confiabilidade depende da confiabilidade do modelo usado.

Foram adotados os procedimentos indicados no Anexo A da NBR 14653-2:2011.

Para determinar o valor de mercado de um apartamento foram consideradas suas características formadoras de valor incluindo idade e estado de conservação, necessários para a determinação da depreciação.

3.1.3. Cálculo da depreciação dos imóveis

Obtido o modelo explicativo do valor dos imóveis, determinou-se a depreciação dos imóveis com idade de 1 ano até 30 anos, sendo que para cada idade foram atribuídos os seguintes estados de conservação: entre novo e regular (b), regular (c), entre regular e reparos simples (d) e reparos simples (e). Desta forma, contemplou-se o intervalo amostral, evitando-se extrapolações.

3.1.4. Ressalvas e Fatores Limitantes

A tabela de Ross-Heideke classifica oito estados de conservação, porém observou-se no mercado local apenas quatro estados de conservação, sendo estes: entre novo e regular (b), regular (c), entre regular e reparos simples (d) e reparos simples (e).

Também não foram encontrados dados suficientes de imóveis com idade superior a trinta anos e inferior a um ano. Portanto, o estudo limitou-se a imóveis com idade de 1 ano a 30 anos e somente para os quatro estados de conservação conforme acima identificado.

Outro fator limitante diz respeito ao tempo e condições da vistoria dos imóveis, pois não foi possível fazer uma análise detalhada das condições técnicas dos apartamentos. Assim, a vistoria ficou limitada a apreciações visuais e superficiais.

4. APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DO MODELO DE REGRESSÃO

A seguir será apresentado e analisado o modelo inferido para explicar o comportamento do mercado imobiliário local.

4.1. Descrição das variáveis

Variável Dependente:

- VU: Valor do imóvel por m² de área privativa do apartamento (R\$/m²).

Variáveis Independentes testadas e não utilizadas, por não se mostrarem significativas no modelo:

- Valor Total: Valor total do imóvel (R\$).
- Oferta: Oferta = Sim Transação = Não. Opções: sim|não
- A Total: Área total do apartamento sem a(s) garagem(ns) (m²).
- Padrão: Padrão de acordo com o CUB-SC (Residencial multifamiliar): Alto, Normal ou Baixo. Variável proxy, com a escala: Alto = 1192,46; Normal = 1003,71; Baixo = 911,26;
- Dormitórios: Número de dormitórios incluindo a(s) suíte(s).
- Elevador: O edifício tem elevador ou não. Opções: Sim|Não
- N° de aptos

- Condomínio: Valor do condomínio (R\$).
- Endereço: Endereço onde se localiza o edifício.
- Et: Coordenada UTM E transformada para sistema de referência local.
- Nt: Coordenada UTM N transformada para sistema de referência local.
- Et x Nt. Equação: $[Et] \times [Nt]$
- $[Et]^2$. Equação: $[Et]^2$
- $[Nt]^2$. Equação: $[Nt]^2$

Variáveis Independentes testadas e utilizadas:

- A Privativa: Área privativa do apartamento (m²).
- Idade: Idade da edificação (anos).
- b: Entre novo e regular. Opções: Sim|Não
- c: Regular. Opções: Sim|Não
- d: Entre regular e reparos simples. Opções: Sim|Não
- e: Reparos simples. (variável não utilizada no modelo). Opções: Sim|Não
- Garagens: Número de garagens do imóvel.
- Salão de festas: O edifício tem salão de festas. Opções: sim|não
- Porteiro 24h: O edifício tem porteiro 24h. Opções: sim|não

4.2. Estatísticas básicas

Nº de elementos da amostra: 47

Nº de variáveis independentes: 8

Nº de graus de liberdade: 38

Desvio padrão da regressão: 0,0463

Coefficiente de correlação (r): 0,9856

Valor t calculado: 35,88

Valor t tabelado (t crítico): 2,024 (p/ o nível de significância de 5,00 %)

Coefficiente de determinação (r²): 0,9713

Coefficiente r² ajustado: 0,9653

4.3. Estatísticas das variáveis não transformadas

Nome da Variável	Valor médio	Desvio Padrão	Valor Mínimo	Valor Máximo	Amplitude total	Coefficiente de variação
VU / m ² AP	3427,61	824,3529	1785,71	5136,99	3351,28	24,0503
A Privativa	118,37	39,8720	49,56	211,91	162,35	33,6837
Idade	14	6,3977	1	26	25	46,9103
B	0,2127	0,4136	0,0000	1,0000	1,0000	194,4334
C	0,2765	0,4521	0,0000	1,0000	1,0000	163,4698
D	0,3191	0,4711	0,0000	1,0000	1,0000	147,6384
Garagens	2	0,5826	1	3	2	37,5141
Salão de festa	0,8723	0,3373	0,0000	1,0000	1,0000	38,6681
Porteiro 24h	0,5957	0,4960	0,0000	1,0000	1,0000	83,2660

4.4. Verificação da micronumerosidade

Para evitar a micronumerosidade, o número mínimo de dados efetivamente utilizados (n) no modelo deve obedecer aos seguintes critérios, no que diz respeito ao número de variáveis independentes (k):

$n \geq 3(k+1)$
para $n \leq 30$, $n_i \geq 3$
para $30 \leq n \leq 100$, $n_i \geq 10\% n$
para $n > 100$, $n_i \geq 10$

Onde “ n_i ” é o número de dados de mesma característica, no caso de utilização de variáveis dicotômicas e variáveis qualitativas expressas por códigos alocados ou códigos ajustados.

Verificação:

$n \geq 3*(8+1) = 27 \Rightarrow$ aprovado, pois $n = 47$

$n_i \geq 10\%$ de $47 = 4,7 = 5$ dados

Nome da Variável	Quant.	Análise
b	≥ 5	Aprovada
c	≥ 5	Aprovada
d	≥ 5	Aprovada
Salão de festa	≥ 5	Aprovada
Porteiro 24h	≥ 5	Aprovada

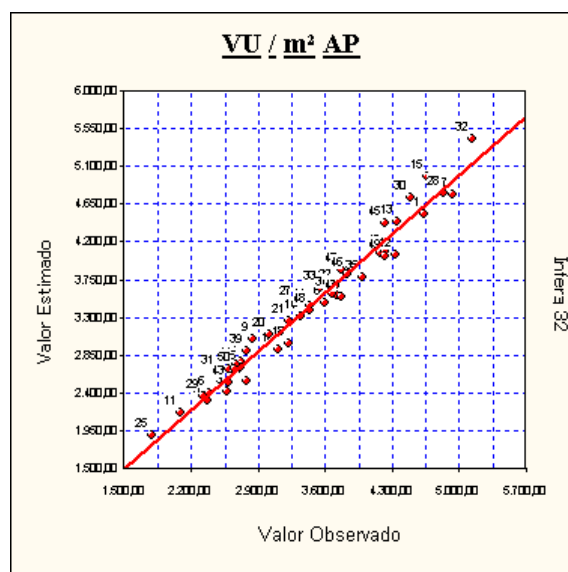
4.5. Tabela de valores estimados e observados

Nº Am.	Valor observado	Valor estimado	Diferença	Variação %
1	4.629,63	4.535,01	-94,62	-2,0439 %
2	2.584,75	2.678,06	93,31	3,6102 %
3	2.571,43	2.417,61	-153,82	-5,9817 %
4	3.694,97	3.705,24	10,27	0,2779 %
5	3.713,48	3.568,00	-145,48	-3,9177 %
6	3.588,52	3.472,99	-115,53	-3,2193 %
7	4.932,84	4.766,94	-165,90	-3,3631 %
8	4.172,46	4.055,98	-116,48	-2,7917 %
9	2.840,32	3.033,76	193,44	6,8106 %
10	4.221,85	4.090,28	-131,57	-3,1163 %
11	2.076,35	2.161,61	85,26	4,1062 %
12	4.327,83	4.052,19	-275,64	-6,3690 %
13	4.350,28	4.440,20	89,92	2,0670 %
14	3.347,62	3.307,92	-39,70	-1,1860 %
15	4.669,41	4.986,40	316,99	6,7886 %
16	3.102,28	2.923,25	-179,03	-5,7711 %
17	2.364,72	2.308,70	-56,02	-2,3688 %
18	3.220,04	2.979,15	-240,89	-7,4809 %
19	3.300,85	3.470,11	169,26	5,1279 %
20	3.008,02	3.088,56	80,54	2,6774 %

Nº Am.	Valor observado	Valor estimado	Diferença	Varição %
21	3.208,23	3.248,15	39,92	1,2443 %
22	3.695,58	3.663,13	-32,45	-0,8781 %
23	2.712,48	2.769,50	57,02	2,1020 %
24	2.773,84	2.536,39	-237,45	-8,5602 %
25	1.785,71	1.887,15	101,44	5,6808 %
26	2.386,02	2.402,46	16,44	0,6890 %
27	3.300,85	3.470,11	169,26	5,1279 %
28	4.827,93	4.788,95	-38,98	-0,8073 %
29	2.316,13	2.355,03	38,90	1,6797 %
30	4.487,12	4.734,98	247,86	5,5238 %
31	2.475,25	2.644,60	169,35	6,8417 %
32	5.136,99	5.432,31	295,32	5,7489 %
33	3.549,00	3.649,04	100,04	2,8188 %
34	3.678,16	3.584,72	-93,44	-2,5404 %
35	3.984,41	3.769,47	-214,94	-5,3945 %
36	2.711,86	2.693,43	-18,43	-0,6796 %
39	2.776,06	2.903,46	127,40	4,5892 %
40	3.771,97	3.872,81	100,84	2,6735 %
41	3.436,70	3.439,22	2,52	0,0732 %
43	2.580,58	2.528,44	-52,14	-2,0204 %
44	2.666,67	2.736,62	69,95	2,6231 %
45	4.213,97	4.418,33	204,36	4,8496 %
46	3.834,14	3.816,48	-17,66	-0,4605 %
47	3.770,14	3.545,90	-224,24	-5,9477 %
48	3.427,42	3.382,82	-44,60	-1,3014 %
49	4.225,35	4.034,12	-191,23	-4,5257 %
50	2.647,29	2.675,31	28,02	1,0583 %

A variação (%) é calculada como a diferença entre os valores observado e estimado, dividida pelo valor observado.

4.6. Gráfico do poder de predição do modelo



O gráfico mostra um bom poder de predição, com pontos próximos à bissetriz do primeiro quadrante e aleatoriamente distribuídos.

4.7. Modelo da regressão

$$\ln([VU / m^2 AP]) = 8,6703 - 0,08550 \times \ln([A Privativa]) - 0,02727 \times [Idade] + 0,3992 \times [b] + 0,25980 \times [c] + 0,14077 \times [d] - 0,09649 / [Garagens] + 0,05986 \times [Salão de festa] + 0,05413 \times [Porteiro 24h]$$

4.8. Significância dos regressores (bicaudal)

Variável	Coefficiente	t Calculado	Significância
A Privativa	b1	-4,370	9,3x10 ⁻³ %
Idade	b2	-25,55	0%
b	b3	24,19	-1,1x10 ⁻¹⁷ %
c	b4	17,21	3,3x10 ⁻¹⁷ %
d	b5	9,715	7,6x10 ⁻¹⁰ %
Garagens	b6	-3,700	0,07%
Salão de festa	b7	2,957	0,5%
Porteiro 24h	b8	3,933	0,03%

Aceita-se a hipótese de β ser diferente de zero; os coeficientes são importantes na formação do modelo.

Nível de significância se enquadra em Grau III segundo a NBR 14653-2.

4.9. Análise da variância

Fonte de erro	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrados médios	F calculado
Regressão	2,7596	8	0,3449	160,9
Residual	0,0814	38	2,1440x10 ⁻³	
Total	2,8410	46	0,0617	

Significância do modelo igual a 7,0x10⁻²⁵%; aceita-se a hipótese de existência da regressão.

Nível de significância se enquadra em Grau III segundo a NBR 14653-2.

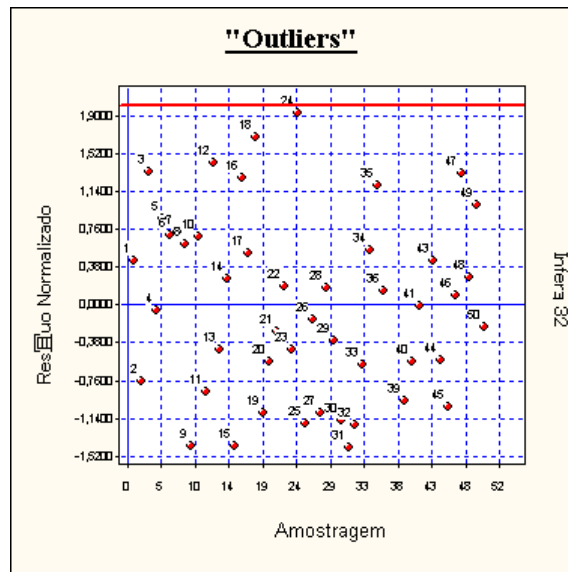
4.10. Saneamento da amostra

4.10.1. Ausência de outliers

Três dados amostrais não foram usados na avaliação:

Nº Am.	VU / m ² AP	Erro/Desvio Padrão(*)
37	3285,0000	70763,4542
38	4326,9200	93258,4340
42	3134,0800	67515,9853

O gráfico abaixo permite concluir pela ausência de outliers na amostra usada para desenvolver o modelo.



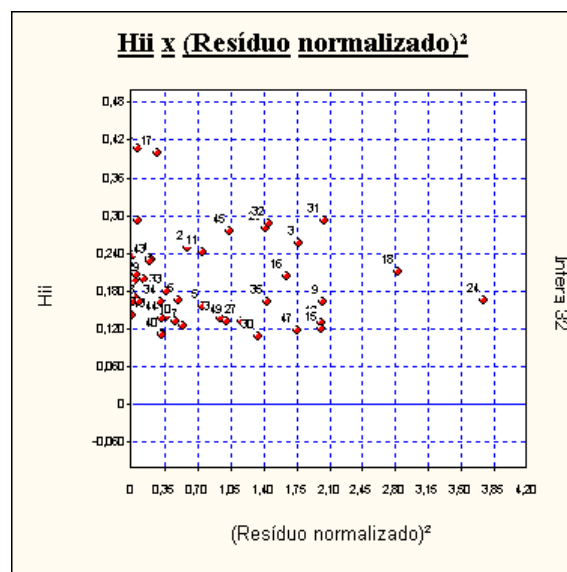
4.10.2. Ausência de pontos influenciantes

Nº Am.	Distância de Cook(*)	Hii(**)	Aceito
1	$8,6519 \times 10^{-3}$	0,2313	Sim
2	0,0287	0,2489	Sim
3	0,0919	0,2571	Sim
4	$7,6079 \times 10^{-5}$	0,1407	Sim
5	0,0180	0,1555	Sim
6	0,0131	0,1655	Sim
7	$9,8435 \times 10^{-3}$	0,1244	Sim
8	$7,7705 \times 10^{-3}$	0,1387	Sim
9	0,0519	0,1621	Sim
10	$9,1072 \times 10^{-3}$	0,1320	Sim
11	0,0352	0,2418	Sim
12	0,0385	0,1299	Sim
13	$4,1408 \times 10^{-3}$	0,1408	Sim
14	$8,4930 \times 10^{-3}$	0,4060	Sim
15	0,0345	0,1196	Sim
16	0,0588	0,2036	Sim
17	0,0328	0,3988	Sim
18	0,1062	0,2110	Sim
19	0,0228	0,1326	Sim
20	$5,1408 \times 10^{-3}$	0,1120	Sim
21	$4,6059 \times 10^{-3}$	0,2916	Sim
22	$9,9173 \times 10^{-4}$	0,1696	Sim
23	$8,6229 \times 10^{-3}$	0,2287	Sim
24	0,0978	0,1645	Sim
25	0,0856	0,2804	Sim
26	$8,9086 \times 10^{-4}$	0,2211	Sim
27	0,0228	0,1326	Sim
28	$1,0385 \times 10^{-3}$	0,1967	Sim
29	$4,4895 \times 10^{-3}$	0,1998	Sim
30	0,0203	0,1078	Sim
31	0,1320	0,2918	Sim

Nº Am.	Distância de Cook(*)	Hii(**)	Aceito
32	0,0915	0,2871	Sim
33	0,0106	0,1796	Sim
34	$7,9337 \times 10^{-3}$	0,1622	Sim
35	0,0367	0,1619	Sim
36	$9,7434 \times 10^{-4}$	0,2360	Sim
39	0,0191	0,1366	Sim
40	$5,0492 \times 10^{-3}$	0,1106	Sim
41	$6,7034 \times 10^{-6}$	0,1675	Sim
43	$8,1725 \times 10^{-3}$	0,2264	Sim
44	$6,2985 \times 10^{-3}$	0,1354	Sim
45	0,0607	0,2748	Sim
46	$2,5496 \times 10^{-4}$	0,1621	Sim
47	0,0297	0,1186	Sim
48	$2,0863 \times 10^{-3}$	0,1639	Sim
49	0,0192	0,1308	Sim
50	$1,8916 \times 10^{-3}$	0,2070	Sim

Os valores apresentados na tabela acima permitem concluir pela ausência de pontos influenciantes na amostra.

4.10.3. Hii x Resíduo normalizado quadrático



Elementos amostrais isolados localizados no canto superior esquerdo possuem forte influencia no conjunto de amostras e a sua retirada deve ser avaliada. Aqueles localizados no canto inferior direito podem ser *outliers* e a sua retirada deve ser avaliada. No presente caso o conjunto de dados encontra-se bem agrupado, o que é desejável. Os elementos amostrais isolados foram analisados e mantidos.

4.11. Verificação da ausência de multicolinearidade

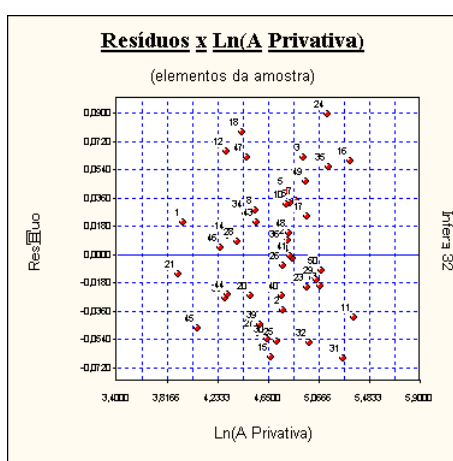
4.11.1. Correlações parciais

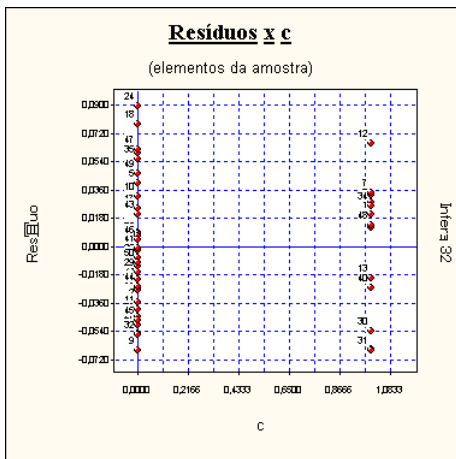
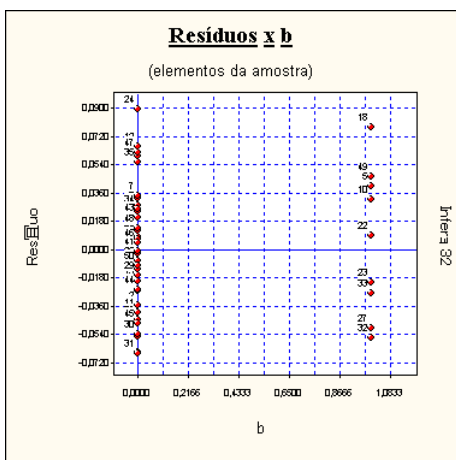
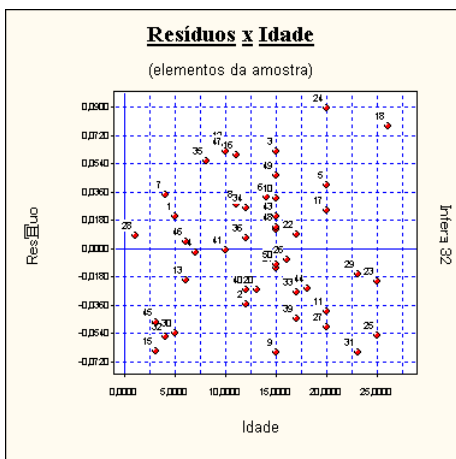
	VU / m ² AP	A Privativa	Idade	b	c	d	Garagens
VU / m ² AP	1,0000	-0,3199	-0,7467	0,1977	0,4173	-0,0734	-0,2683
A Privativa	-0,3199	1,0000	0,2413	-0,0018	-0,1099	-0,1372	-0,5034
Idade	-0,7467	0,2413	1,0000	0,3500	-0,3179	-0,1339	0,2471
b	0,1977	-0,0018	0,3500	1,0000	-0,3215	-0,3559	0,0249
c	0,4173	-0,1099	-0,3179	-0,3215	1,0000	-0,4234	-0,1387
d	-0,0734	-0,1372	-0,1339	-0,3559	-0,4234	1,0000	0,0475
Garagens	-0,2683	-0,5034	0,2471	0,0249	-0,1387	0,0475	1,0000
Salão de festa	0,4673	-0,0331	-0,2133	0,1989	0,0940	0,1251	-0,1414
Porteiro 24h	0,3196	0,1003	-0,1841	0,1104	0,1217	-0,1801	-0,0534

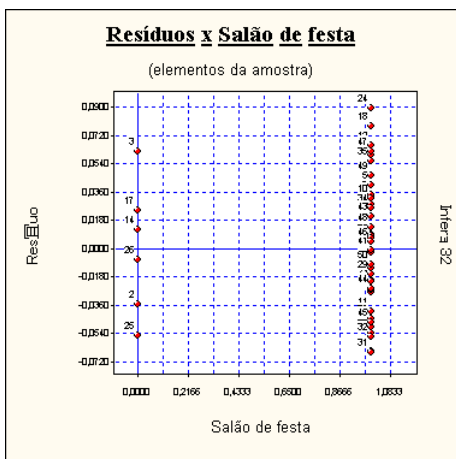
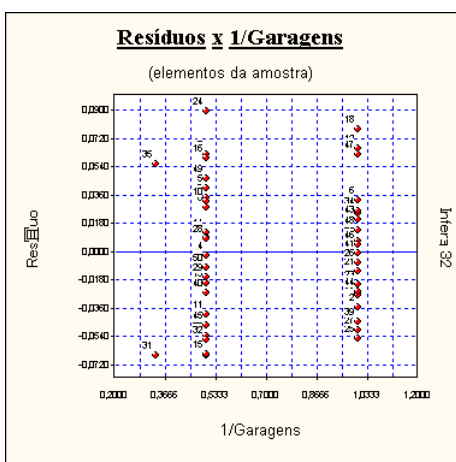
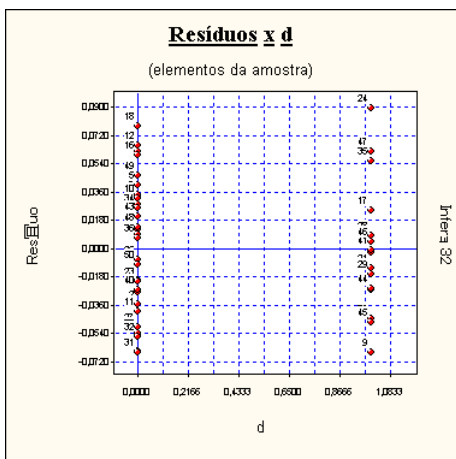
	Salão de festa	Porteiro 24h
VU / m ² AP	0,4673	0,3196
A Privativa	-0,0331	0,1003
Idade	-0,2133	-0,1841
b	0,1989	0,1104
c	0,0940	0,1217
d	0,1251	-0,1801
Garagens	-0,1414	-0,0534
Salão de festa	1,0000	0,0746
Porteiro 24h	0,0746	1,0000

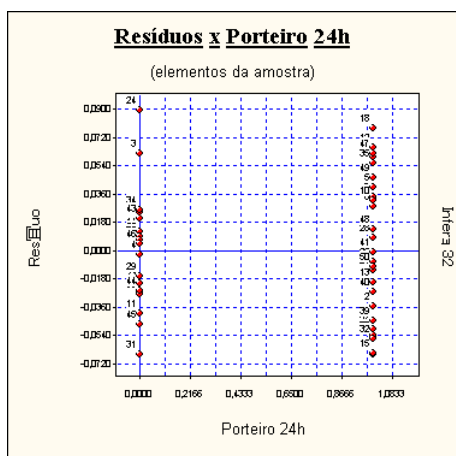
As baixas correlações parciais entre as variáveis independentes são indicativas de ausência de multicolinearidade.

4.11.2. Gráficos dos resíduos x variáveis independentes



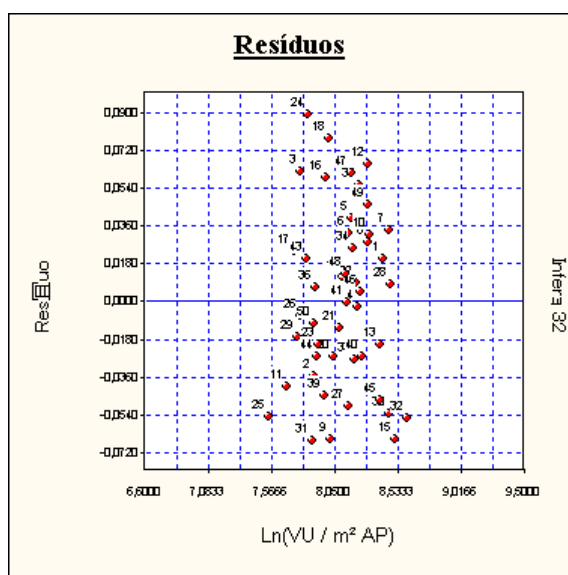






As baixas correlações parciais (apresentadas no item 4.11.1) e os gráficos de resíduos x variáveis independentes permitem concluir pela ausência de multicolinearidade entre as variáveis explicativas.

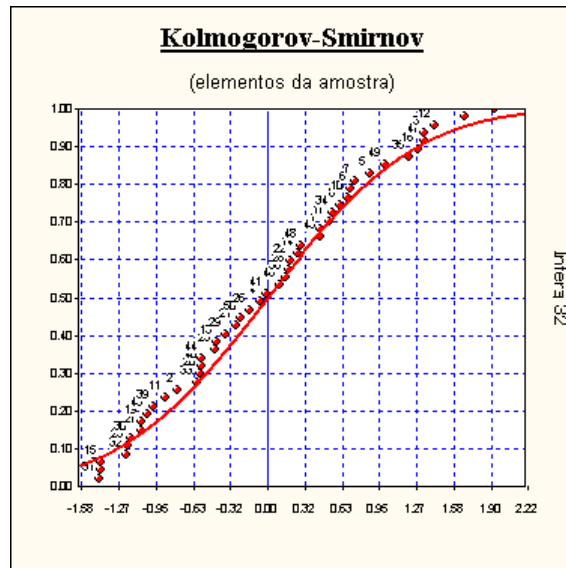
4.12. Homocedasticidade dos resíduos



O gráfico permite concluir pela homocedasticidade dos resíduos.

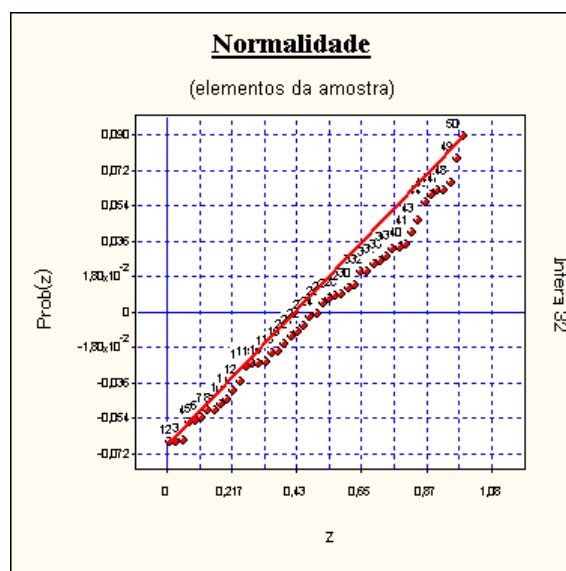
4.13. Normalidade dos resíduos

4.13.1. Teste de Kolmogorov-Sirmov



No presente caso, observa-se que forma geral os elementos amostrais seguem a curva de Kolmogorov-Smirnov. O teste estatístico de Kolmogorov-Smirnov indicou que os resíduos tem distribuição normal.

4.13.2. Reta de normalidade

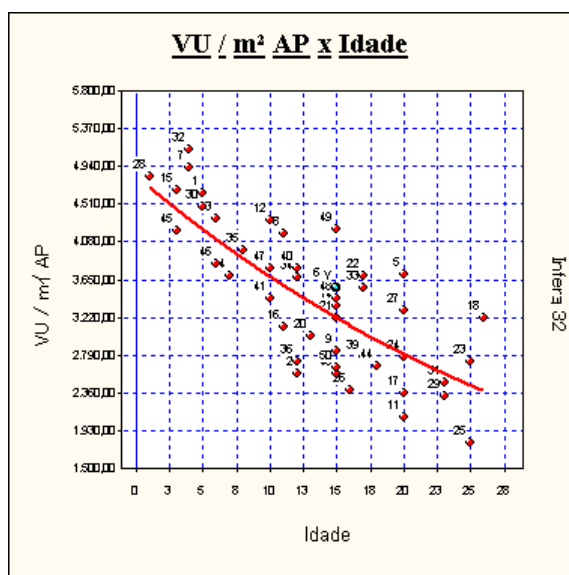
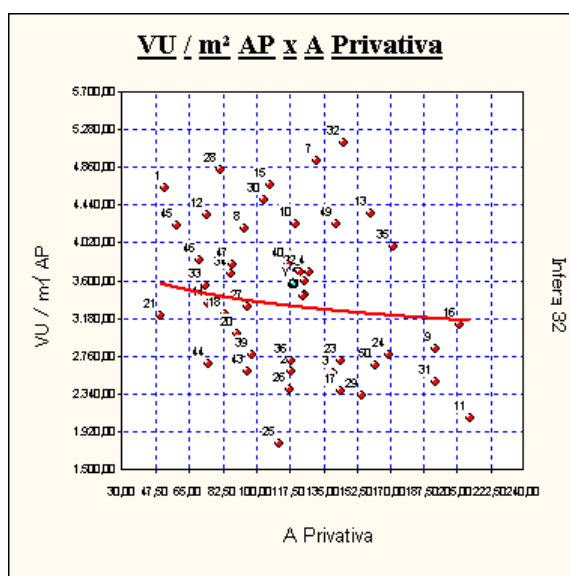


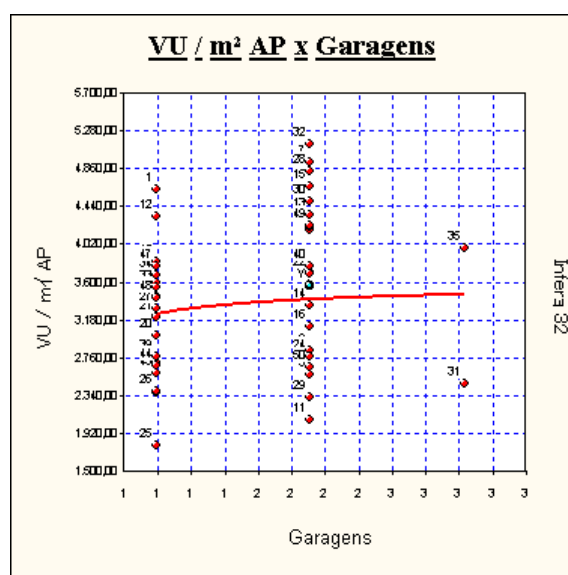
Observa-se que de forma geral as amostras seguem a reta de normalidade, o que é necessário para se ter distribuição normal dos resíduos.

4.14. Gráficos da regressão (2D)

Os gráficos apresentados a seguir foram calculados no ponto médio da amostra, para:

- A Privativa = 111,7680
- Idade = 13,6382
- $b = 0,2127$
- $c = 0,2765$
- $d = 0,3191$
- Garagens = 1,3557
- Salão de festa = 0,8723
- Porteiro 24h = 0,5957





Os gráficos mostram que o modelo reproduz o comportamento do valor unitário em função das variáveis explicativas conforme esperado no mercado estudado.

5. CÁLCULO DOS VALORES

No intuito de exemplificar e não tornar a explicação repetitiva, escolheu-se uma idade e um estado de conservação para os cálculos que serão apresentados a seguir. Cabe ressaltar que o modelo da regressão é único para todas as idades e estados de conservação considerados neste estudo.

5.1. Características e limites amostrais

Nome da Variável	Valor Mínimo	Valor Máximo	Imóvel Avaliando
A Privativa	49,56	211,91	120,00
Idade	1	26	15
b	Não	Sim	Não
c	Não	Sim	Sim
d	Não	Sim	Não
Garagens	1	3	2
Salão de festa	não	sim	sim
Porteiro 24h	não	sim	sim

Nenhuma característica do Apartamento sob avaliação encontra-se fora do intervalo da amostra.

5.2. Valor do apartamento

Usando-se o modelo:

$[VU / m^2 AP] = \text{Exp}(8,6703 - 0,08550 \times \text{Ln}([A \text{ Privativa}] - 0,02727 \times [Idade] + 0,3992 \times [b] + 0,25980 \times [c] + 0,14077 \times [d] - 0,09649 / [Garagens] + 0,05986 \times [Sal\~{a}o \text{ de festa}] + 0,05413 \times [Porteiro \text{ 24h}])$.

Estima-se VU / m² AP do Apartamento = R\$/m² 3.559,98

Intervalo de confiança de 80,0 % para o valor estimado:

Mínimo: R\$/m² 3.481,00
 Máximo: R\$/m² 3.640,76

Para uma área de 120 m², tem-se:

Valor de Mercado obtido = R\$ 427.197,71
 Valor de Mercado mínimo = R\$ 417.719,71
 Valor de Mercado máximo = R\$ 436.890,77

5.3. Avaliação da extrapolação

Variável	Limite inferior	Limite superior	Valor no ponto de avaliação	Varição em relação ao limite	Aprovada (*)
A Privativa	49,56	211,91	120,00	Dentro do intervalo	Aprovada
Idade	1	26	15	Dentro do intervalo	Aprovada
b	Não	Sim	Não	Dentro do intervalo	Aprovada
c	Não	Sim	Sim	Dentro do intervalo	Aprovada
d	Não	Sim	Não	Dentro do intervalo	Aprovada
Garagens	1	3	2	Dentro do intervalo	Aprovada
Salão de festa	não	sim	sim	Dentro do intervalo	Aprovada
Porteiro 24h	não	sim	sim	Dentro do intervalo	Aprovada

* É admitida uma variação de 100,0% além do limite amostral superior e de 50,0% além do limite inferior para as variáveis independentes.

Nenhuma variável independente extrapolou o limite amostral.

5.4. Intervalos de confiança

Os intervalos foram estabelecidos para os regressores e para o valor esperado com confiança de 80,0 %:

Nome da variável	Limite Inferior	Limite Superior	Amplitude Total	Amplitude/média (%)
A Privativa	3.550,75	3.569,23	18,48	0,52
Idade	3.550,86	3.569,12	18,26	0,51
b	3.534,16	3.585,99	51,83	1,46
c	3.481,48	3.640,26	158,78	4,46
d	3.526,47	3.593,81	67,34	1,89
Garagens	3.521,12	3.599,27	78,14	2,19
Salão de festa	3.545,86	3.574,15	28,29	0,79

Porteiro 24h	3.532,26	3.587,92	55,66	1,56
E(VU / m ² AP)	3.337,87	3.796,88	459,01	12,87
Valor Estimado	3.481,00	3.640,76	159,76	4,49

A amplitude do intervalo de confiança dividida pela média foi de 4,49%.

6. ENQUADRAMENTO NOS GRAUS DE PRECISÃO E FUNDAMENTAÇÃO

De acordo com a NBR 14653-2:2011 a especificação de uma avaliação está relacionada tanto com o empenho do engenheiro de avaliações, como com o mercado e as informações que possam dele ser extraídas. Sendo que o grau de fundamentação dependerá dos dados disponíveis e da persistência e perspicácia do profissional avaliador, já a precisão depende exclusivamente das características do mercado e da amostra coletada.

A NBR 14653-2:2011 estabelece critérios para a classificação do grau de fundamentação e precisão. A seguir estão representadas as tabelas, os critérios atendidos, a pontuação alcançada e finalmente o grau de fundamentação e precisão atingida.

Grau de fundamentação:

Item	Descrição	Grau			Pontos obtidos
		III	II	I	
1	Caracterização do imóvel avaliando	Completa quanto a todas as variáveis analisadas	Completa quanto às variáveis utilizadas no modelo	Adoção de situação paradigma	3
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	2
3	Identificação dos dados de mercado	Apresentação de informações relativas a todos os dados e variáveis analisados na modelagem, com foto e características observadas 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	3
4	Extrapolação	Não admitida	Admitida para apenas uma variável, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100% do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior, b) o valor estimado não	Admitida, desde que: a) as medidas das características do imóvel avaliando não sejam superiores a 100 % do limite amostral superior, nem inferiores à metade do limite amostral inferior b) o valor estimado não ultrapasse 20 % do valor calculado no limite da fronteira	3

Item	Descrição	Grau			Pontos obtidos
		III	II	I	
			ultrapasse 15% do valor calculado no limite da fronteira amostral, para a referida variável.	amostral, para as referidas variáveis, de per si e simultaneamente, e em módulo	
5	Nível de significância (somatório do valor das duas caudas) máximo para a rejeição da hipótese nula de cada regressor (teste bicaudal)	10%	20%	30%	3
6	Nível de significância máximo admitido para a rejeição da hipótese nula do modelo através do teste F de Snedecor	1%	2%	5%	3
Total de pontos obtidos					17

Tabela 3 – Grau de Fundamentação (NBR 14653-2:2011)

Enquadramento do grau de fundamentação:

Graus	III	II	I	Soma
Pontos Mínimos	16	10	6	17
Itens obrigatórios	2, 4, 5 e 6 no grau III e os demais no mínimo no grau II	2, 4, 5 e 6 no mínimo no grau II e os demais no mínimo no grau I	Todos, no mínimo no grau I	
Grau de fundamentação obtido:				II (dois)

Tabela 4 – Enquadramento Grau de Fundamentação (NBR 14653-2:2011)

Grau de precisão:

DESCRIÇÃO	GRAUS DE PRECISÃO		
	III	II	I
Amplitude do intervalo de confiança de 80% em torno do valor central da estimativa	≤ 30 %	≤ 40 %	≤ 50 %
Grau de precisão, considerando o valor de 4,49% obtido:	III (três)		

Tabela 5 – Grau de Precisão (NBR 14653-2:2011)

As tabelas 3 e 4 mostram que foi atingido o grau de fundamentação II e a tabela 5 mostra que atingiu-se o grau de precisão III.

7. ELABORAÇÃO DA PLANILHA DE DEPRECIÇÃO

Para elaborar a planilha com os fatores de depreciação utilizou-se o seguinte procedimento:

a) Após a determinação do modelo obtido por regressão linear, este foi testado para várias idades em diferentes estados de conservação, o qual se mostrou adequado em todos os casos, atendendo os requisitos mínimos da NBR 14653-2:2011.

b) Passou-se então a utilizar o modelo de regressão sistematicamente. A fórmula obtida no software, foi lançada numa planilha eletrônica para agilizar os cálculos. Cada idade, no intervalo de 1 a 30 anos foi relacionada a um estado de conservação por vez, gerando assim valores de mercado unitário para cada combinação.

c) Para montar a tabela com os coeficientes de depreciação dividiu-se o valor unitário de cada combinação pelo valor unitário do apartamento em estado “novo”, determinado também através do mesmo modelo de regressão.

O resultado está transcrito na Tabela 6.

Apto. novo:		6.160							
Idade	%V.U.	Valor Unit. do Apto. Padrão em função do Estado de Conservação (R\$/m ²)				Fator K em função do Estado de Conservação			
		b	c	d	e	b	c	d	e
1	2	5.995	5.215	4.630	4.022	2,68	15,35	24,85	34,71
2	4	5.834	5.074	4.505	3.913	5,30	17,62	26,87	36,47
3	6	5.677	4.938	4.384	3.808	7,85	19,84	28,83	38,18
4	8	5.524	4.805	4.266	3.706	10,33	22,00	30,75	39,84
5	10	5.375	4.676	4.151	3.606	12,74	24,09	32,61	41,46
6	12	5.231	4.550	4.039	3.509	15,09	26,14	34,42	43,04
7	14	5.090	4.428	3.931	3.415	17,37	28,12	36,19	44,57
8	16	4.953	4.309	3.825	3.323	19,59	30,06	37,91	46,06
9	18	4.820	4.193	3.722	3.233	21,76	31,94	39,58	47,51
10	20	4.690	4.080	3.622	3.146	23,86	33,77	41,20	48,92
11	22	4.564	3.970	3.525	3.062	25,91	35,55	42,78	50,30
12	24	4.441	3.863	3.430	2.979	27,90	37,28	44,32	51,63
13	26	4.322	3.759	3.337	2.899	29,84	38,97	45,82	52,93
14	28	4.205	3.658	3.248	2.821	31,73	40,61	47,28	54,20
15	30	4.092	3.560	3.160	2.745	33,57	42,21	48,70	55,43
16	32	3.982	3.464	3.075	2.671	35,35	43,77	50,08	56,63
17	34	3.875	3.371	2.993	2.600	37,09	45,28	51,42	57,80
18	36	3.771	3.280	2.912	2.530	38,78	46,75	52,73	58,93
19	38	3.669	3.192	2.834	2.462	40,43	48,18	54,00	60,04
20	40	3.571	3.106	2.758	2.395	42,03	49,58	55,24	61,11
21	42	3.475	3.023	2.683	2.331	43,59	50,93	56,44	62,16
22	44	3.381	2.941	2.611	2.268	45,11	52,25	57,61	63,18
23	46	3.290	2.862	2.541	2.207	46,59	53,54	58,75	64,17
24	48	3.202	2.785	2.473	2.148	48,02	54,79	59,86	65,13
25	50	3.116	2.710	2.406	2.090	49,42	56,00	60,94	66,07
26	52	3.032	2.637	2.341	2.034	50,78	57,19	61,99	66,98
27	54	2.950	2.566	2.278	1.979	52,11	58,34	63,01	67,87

Apto. novo:		6.160							
Idade	%V.U.	Valor Unit. do Apto. Padrão em função do Estado de Conservação (R\$/m ²)				Fator K em função do Estado de Conservação			
		b	c	d	e	b	c	d	e
28	56	2.871	2.497	2.217	1.926	53,40	59,46	64,01	68,74
29	58	2.794	2.430	2.157	1.874	54,65	60,55	64,98	69,58
30	60	2.718	2.365	2.099	1.824	55,87	61,61	65,92	70,39

Tabela 6 – Coeficientes de depreciação (obtidos no estudo)

Onde:

- (b) Entre novo e Regular
- (c) Regular
- (d) Entre Regular e Reparos simples
- (e) Reparos simples

Para obter os fatores k, utilizou-se a seguinte fórmula:

$$\text{Fator K} = (1 - \text{VU} / \text{VUnovo}) * 100$$

Onde:

VU é o valor unitário obtido do modelo matemático da pesquisa em Joinville;
VUnovo é o valor unitário considerando idade = 0 e estado de conservação b.

8. ANÁLISE DOS RESULTADOS

Com os dados da Tabela 6 – Coeficientes de depreciação (obtidos no estudo), gerou-se o gráfico apresentado na Figura 6.

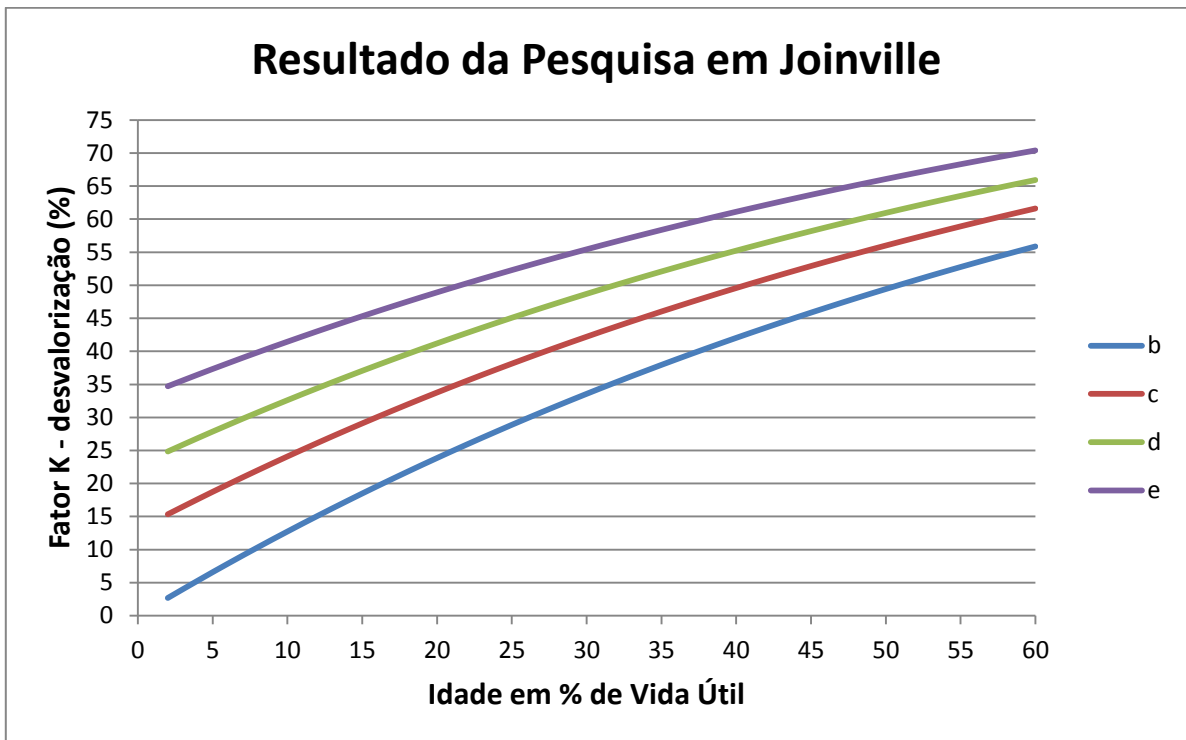


Figura 6 – Curvas de depreciação

Utilizando o mesmo intervalo de dados da tabela de Ross-Heidecke (apresentados na Tabela 7), gerou-se o gráfico da Figura 7.

IDADE (%)	ESTADO DE CONSERVAÇÃO			
	b	c	d	e
2	1,05	3,51	9,03	18,90
4	2,11	4,55	10,00	19,80
6	3,21	5,62	11,10	20,70
8	4,35	6,73	12,10	21,60
10	5,53	7,88	13,20	22,60
12	6,75	9,07	14,30	23,60
14	8,01	10,30	15,40	24,60
16	9,31	11,60	16,60	25,70
18	10,60	12,90	17,80	26,80
20	12,00	14,20	19,10	27,90
22	13,40	15,60	20,40	29,10
24	14,90	17,00	21,80	30,30
26	16,40	18,50	23,10	31,50
28	17,90	20,00	24,60	32,80
30	19,50	21,50	26,00	34,10
32	21,10	23,10	27,50	35,40
34	22,80	24,70	29,00	36,80
36	24,50	26,40	30,60	38,10
38	26,20	28,10	32,20	39,60
40	28,00	29,90	33,80	41,00

IDADE (%)	ESTADO DE CONSERVAÇÃO			
	b	c	d	e
42	29,80	31,60	35,50	42,50
44	31,70	33,40	37,20	44,00
46	33,60	35,20	38,90	45,60
48	35,50	37,10	40,70	47,20
50	37,50	39,10	42,60	48,80
52	39,50	41,00	44,40	50,50
54	41,60	43,00	46,30	52,10
56	43,70	45,10	48,20	53,90
58	45,80	47,20	50,20	55,60
60	48,00	49,30	52,20	57,40

Tabela 7– Coeficiente de depreciação de Ross-Heidecke

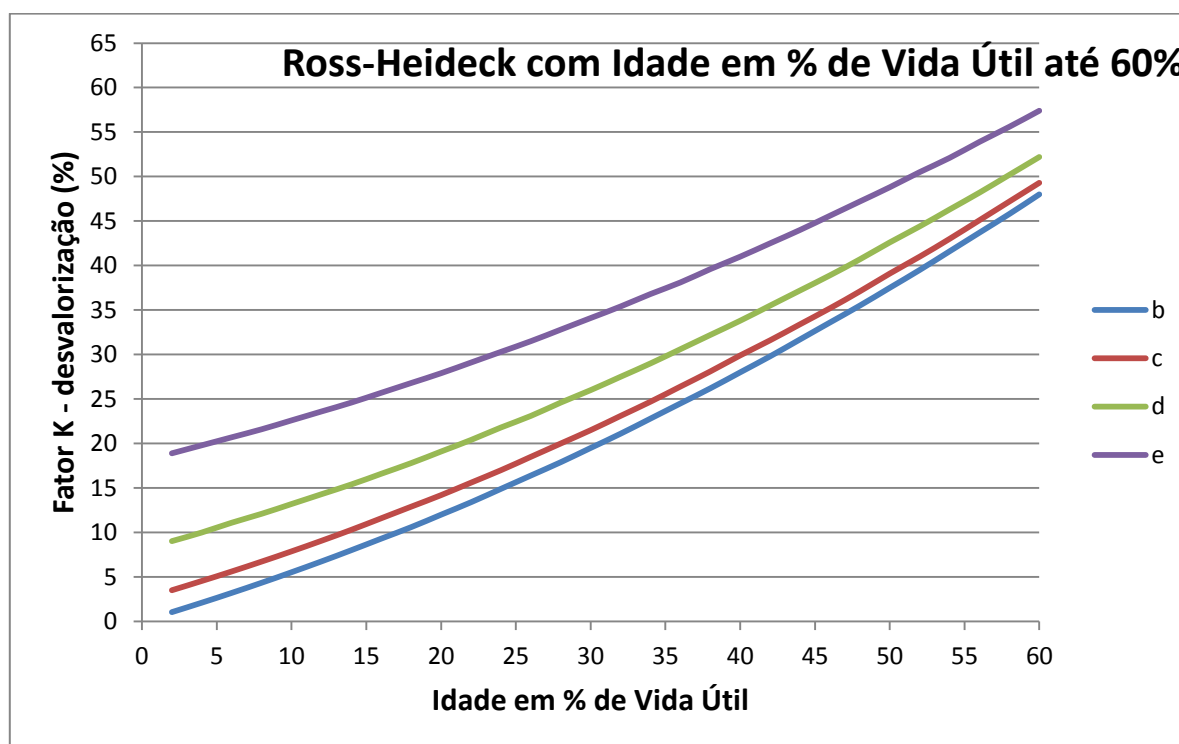


Figura 7 – Gráfico para o intervalo de dados da tabela de Ross-Heidecke até 60% da vida útil.

Utilizando a fórmula obtida no estudo de Joinville, para extrapolar até o fim da vida útil, obteve-se os valores apresentados na Tabela 8.

Apto. novo:		6.160							
Idade	Vida útil (%)	Valor Unit. do Apto. Padrão em função do Estado de Conservação (R\$/m ²)				Fator K em função do Estado de Conservação			
		b	c	d	e	b	c	d	e
1	2	5.995	5.215	4.630	4.022	2,68	15,35	24,85	34,71

Apto. novo:		6.160							
Idade	Vida útil (%)	Valor Unit. do Apto. Padrão em função do Estado de Conservação (R\$/m ²)				Fator K em função do Estado de Conservação			
		b	c	d	e	b	c	d	e
2	4	5.834	5.074	4.505	3.913	5,30	17,62	26,87	36,47
3	6	5.677	4.938	4.384	3.808	7,85	19,84	28,83	38,18
4	8	5.524	4.805	4.266	3.706	10,33	22,00	30,75	39,84
5	10	5.375	4.676	4.151	3.606	12,74	24,09	32,61	41,46
6	12	5.231	4.550	4.039	3.509	15,09	26,14	34,42	43,04
7	14	5.090	4.428	3.931	3.415	17,37	28,12	36,19	44,57
8	16	4.953	4.309	3.825	3.323	19,59	30,06	37,91	46,06
9	18	4.820	4.193	3.722	3.233	21,76	31,94	39,58	47,51
10	20	4.690	4.080	3.622	3.146	23,86	33,77	41,20	48,92
11	22	4.564	3.970	3.525	3.062	25,91	35,55	42,78	50,30
12	24	4.441	3.863	3.430	2.979	27,90	37,28	44,32	51,63
13	26	4.322	3.759	3.337	2.899	29,84	38,97	45,82	52,93
14	28	4.205	3.658	3.248	2.821	31,73	40,61	47,28	54,20
15	30	4.092	3.560	3.160	2.745	33,57	42,21	48,70	55,43
16	32	3.982	3.464	3.075	2.671	35,35	43,77	50,08	56,63
17	34	3.875	3.371	2.993	2.600	37,09	45,28	51,42	57,80
18	36	3.771	3.280	2.912	2.530	38,78	46,75	52,73	58,93
19	38	3.669	3.192	2.834	2.462	40,43	48,18	54,00	60,04
20	40	3.571	3.106	2.758	2.395	42,03	49,58	55,24	61,11
21	42	3.475	3.023	2.683	2.331	43,59	50,93	56,44	62,16
22	44	3.381	2.941	2.611	2.268	45,11	52,25	57,61	63,18
23	46	3.290	2.862	2.541	2.207	46,59	53,54	58,75	64,17
24	48	3.202	2.785	2.473	2.148	48,02	54,79	59,86	65,13
25	50	3.116	2.710	2.406	2.090	49,42	56,00	60,94	66,07
26	52	3.032	2.637	2.341	2.034	50,78	57,19	61,99	66,98
27	54	2.950	2.566	2.278	1.979	52,11	58,34	63,01	67,87
28	56	2.871	2.497	2.217	1.926	53,40	59,46	64,01	68,74
29	58	2.794	2.430	2.157	1.874	54,65	60,55	64,98	69,58
30	60	2.718	2.365	2.099	1.824	55,87	61,61	65,92	70,39
31	62	2.645	2.301	2.043	1.775	57,06	62,64	66,84	71,19
32	64	2.574	2.239	1.988	1.727	58,21	63,65	67,73	71,97
33	66	2.505	2.179	1.934	1.680	59,34	64,63	68,60	72,72
34	68	2.438	2.120	1.882	1.635	60,43	65,58	69,44	73,45
35	70	2.372	2.063	1.832	1.591	61,49	66,50	70,26	74,17
36	72	2.308	2.008	1.782	1.548	62,53	67,41	71,06	74,86
37	74	2.246	1.954	1.735	1.507	63,54	68,28	71,84	75,54
38	76	2.186	1.901	1.688	1.466	64,52	69,14	72,60	76,20
39	78	2.127	1.850	1.642	1.427	65,47	69,97	73,34	76,84
40	80	2.070	1.800	1.598	1.388	66,40	70,77	74,05	77,46
41	82	2.014	1.752	1.555	1.351	67,31	71,56	74,75	78,07
42	84	1.960	1.705	1.513	1.315	68,19	72,33	75,43	78,66
43	86	1.907	1.659	1.473	1.279	69,04	73,07	76,09	79,23
44	88	1.856	1.614	1.433	1.245	69,87	73,79	76,74	79,79
45	90	1.806	1.571	1.395	1.211	70,68	74,50	77,36	80,33
46	92	1.757	1.529	1.357	1.179	71,47	75,19	77,97	80,86
47	94	1.710	1.487	1.321	1.147	72,24	75,85	78,56	81,38

Apto. novo:		6.160							
Idade	Vida útil (%)	Valor Unit. do Apto. Padrão em função do Estado de Conservação (R\$/m ²)				Fator K em função do Estado de Conservação			
		b	c	d	e	b	c	d	e
48	96	1.664	1.447	1.285	1.116	72,99	76,50	79,14	81,88
49	98	1.619	1.409	1.250	1.086	73,71	77,13	79,70	82,37
50	100	1.576	1.371	1.217	1.057	74,42	77,75	80,25	82,84

Tabela 8 – Extrapolação do modelo até 100% da vida útil

Estes valores foram usados para fazer o gráfico da Figura 8.

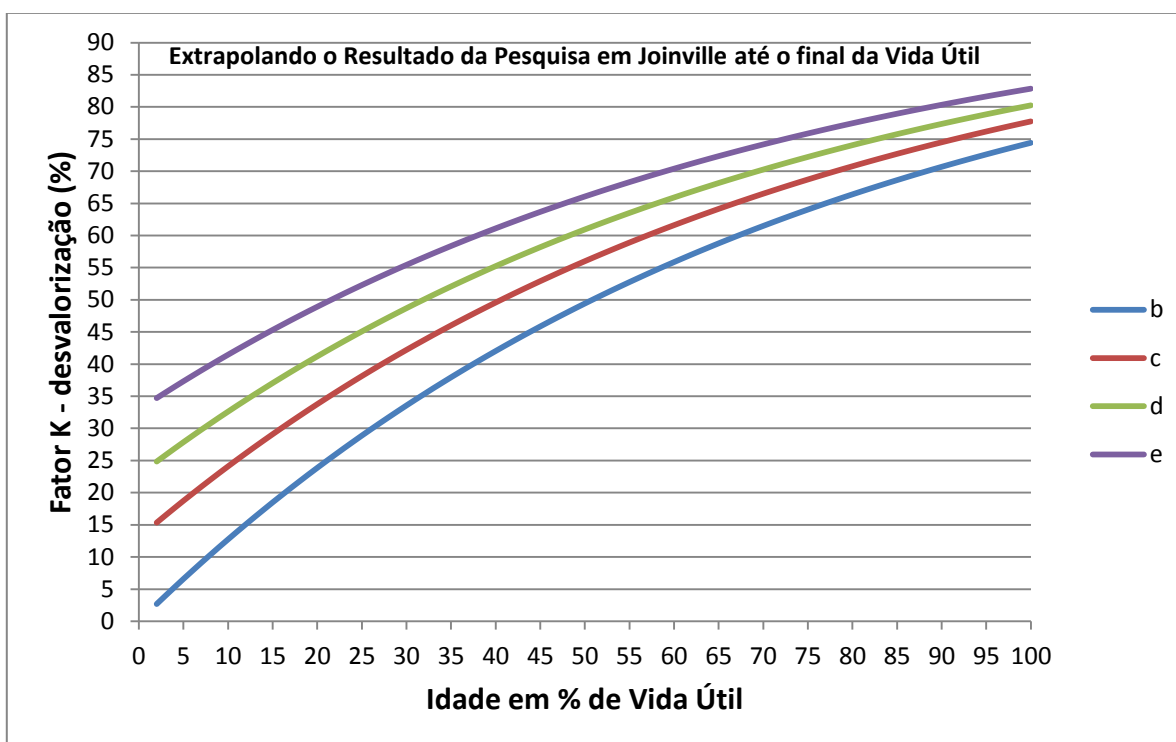


Figura 8 – Gráfico com extrapolação dos dados até 100% da vida útil.

Considerando todos os dados da tabela de Ross-Heidecke (vide Tabela 2 do item 2.4), elaborou-se o gráfico da Figura 9.

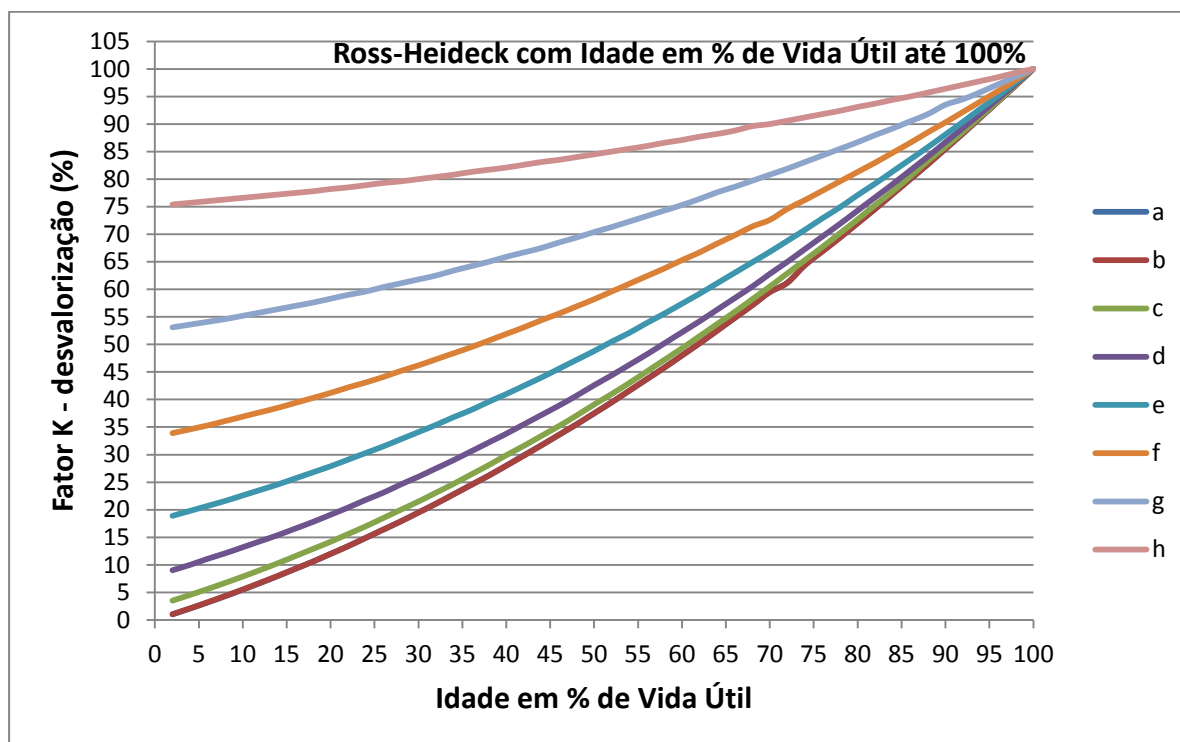


Figura 9 – Curvas de depreciação (método de Ross-Heidecke)

Analisando os gráficos apresentados, podemos observar os seguintes resultados no estudo realizado em Joinville:

a) O comportamento das curvas de desvalorização obtidos no estudo de Joinville são diferentes de Ross-Heidecke.

b) A desvalorização dos apartamentos é maior no início da vida útil, diferentemente de Ross-Heidecke que possui menor desvalorização no início.

c) A desvalorização em função do estado de conservação é maior e ocorre mais uniformemente do que pelo método de Ross-Heidecke.

d) Ao final da vida útil, o imóvel ainda tem algum valor, pois os dados observados tem implícito o valor residual (a tabela de Ross-Heidecke foi elaborada para até 100% do valor depreciável, o valor residual deve ser considerado em separado).

e) Os fatores K obtidos no estudo de Joinville são bem diferentes daqueles observados na tabela de Ross-Heidecke.

Uma observação importante deve ser feita: o método de Ross-Heidecke é aplicado somente sobre a parcela benfeitoria do imóvel. A regressão linear feita neste estudo considerou o valor de mercado do apartamento, o que inclui a parcela terreno. Assim, os resultados não podem ser comparados diretamente. Isto explica também o comportamento diferente observado nas curvas das figuras acima. Como

a regressão inclui a parcela terreno, esta parcela cresce em importância ao longo da vida do imóvel, já que o terreno normalmente não se deprecia – a não ser por influências externas que podem desvalorizar a região onde o imóvel está situado.

9. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Este artigo mostrou que existe uma vantagem prática ao usar-se a regressão linear para determinar a depreciação, já que não é necessário neste caso determinar o valor do terreno em separado, como é o caso quando se usa o método de Ross-Heidecke.

Contudo, deve-se destacar que nos estudos apresentados aqui, no intervalo de 60% a 100% da vida útil, foi realizada uma extrapolação além dos limites normativos, fato que pode gerar grandes distorções da realidade.

A tabela de Ross-Heidecke tem o objetivo de expressar somente a desvalorização física de imóveis, ficando a cargo do engenheiro avaliador aplicar outros fatores para obter a desvalorização total do imóvel. Porém, não é raro observar a aplicação única e exclusivamente da tabela de Ross-Heidecke, o que pode comprometer sensivelmente a precisão do trabalho avaliatório realizado.

O valor de um apartamento sempre terá embutido nele a parcela da “cota terreno”, que depende do local onde está o imóvel e portanto é muito variável. Ou seja, as curvas de depreciação conforme derivadas neste estudo, serão diferentes em diferentes locais. Assim, recomenda-se a realização de estudos semelhantes em outras localidades e para outros tipos de imóveis.

Também mostrou-se neste artigo que a depreciação é maior nos anos iniciais da vida do imóvel, ao contrário do que pressupõe a tabela de Ross-Heidecke. Contudo, para uma comparação efetiva entre os dois métodos, faz-se necessário isolar o efeito da parcela terreno no método da regressão linear aqui mostrado, o que fica como sugestão para futuros trabalhos.

BIBLIOGRAFIA

DANTAS, R. A. *Engenharia de Avaliações: Uma introdução à metodologia Científica*. São Paulo: Pini, 1998.

FIKER J. *Manual das Avaliações e Perícias em imóveis Urbanos*. São Paulo: Pini, 2005.

ABUNAHMAN, S. *Curso Básico de Engenharia Legal e Avaliações*. São Paulo: Pini, 2006.

NASSE, J. R. *Avaliação de Bens – Princípios Básicos e Aplicações*. São Paulo: Leud, 2013.

OLIVEIRA, A. M. de B. D. *Engenharia de Avaliações – Volumes 1 e 2*. São Paulo: Leud, 2013.

NETHER, O. S. *Um método para a determinação da depreciação de edificações*. 2010.

PEREIRA, A. J. S. *Avaliação Imobiliária e a sua relação com a Depreciação de Edifícios*. Dissertação de mestrado, Feup, 2013.

BEZELGA, A.; LEITÃO, B.; CAMPOS, R. *Avaliação novas perspectivas: qualidade e responsabilidade na avaliação*. 2º Congresso Nacional de Avaliação, 2000.

SILVA, A. *Previsão da vida útil dos revestimentos de pedra natural de paredes*. Dissertação de Mestrado, IST, 2009.

HOVDE, P.J., MOSER, K. *Performance Based Methods for Service Life Prediction: State of the Art Report*. CIB Report - Publication 294, 2004.

<http://sinduscon-fpolis.org.br/>, acessado em novembro/2013.

APÊNDICE

Ficha com exemplo da pesquisa de mercado (7 primeiros elementos da amostra).

Amostra	Foto Fachada Externa	Foto Interior	Valor de Venda (R\$)	Área Total (m²)	Área Privativa (m²)	Valor / m² da A.P. (R\$)	Padrão	Idade (anos)	Estado de Conserv.	Vagas de Garagem	Dormitórios	Valor Cond.	Elevador	Nº de pvtos	Aptos por Andar	Andar do Apto	Salão de Festas	Porteiro 24h	Endereço	Referência	Forma de Pesquisa (site, imobiliária, telefone, pessoa de contato)	Coordenadas UTM		Data
																						E	N	
AM01			240.000,00	100,00	51,84	4.629,83	Normal	5	c	1	2	200,00	Sim	13	8	12	[x]sim	[]não	Rua Professora Laura Andrade	BU51344	http://www.redeimoveisjoiville.com.br/detalhes.php?codigo=35891	715.359	7.088.542	01/dez
AM02			305.000,00	0,00	118,00	2.584,75	Normal	12	e	1	3	450,00	Sim	12	4	4	[]não	[x]sim	Rua Conselheiro Maíra esquina com Ministro Calogeras, Solar de Madri	BU47986	www.redeimoveisjoiville.com.br/BuchEmpreendimentosImobiliares,30252444/Luzia	714.822	7.088.522	01/dez
AM03			360.000,00	187,00	140,00	2.571,43	Normal	15	e	2	3	400,00	Sim	10	2	6	[]não	[]não	Rua Lages	HE6272	http://www.buchimoveis.com.br/detalhes.php?codigo=35027	715.096	7.089.615	01/dez
AM04			470.000,00	156,25	127,20	3.694,97	Normal	7	d	2	3	350,00	Sim	13	4	7	[x]sim	[]não	Rua Senador Felipe Schmidt	SK11890	http://www.redeimoveisjoiville.com.br/detalhes.php?codigo=36247	714.542	7.088.595	23/jan
AM05			450.000,00	164,68	121,18	3.713,48	Normal	20	b	2	3	500,00	Sim	13	4	7	[x]sim	[x]sim	Rua Alexandre Dohler	PH380	http://www.redeimoveisjoiville.com.br/detalhes.php?codigo=36430	715.185	7.089.524	24/jan
AM06			450.000,00	177,60	125,40	3.588,52	Normal	14	c	1	3	300,00	Sim	13	4	9	[x]sim	[x]sim	Rua Lages	PH423	http://www.redeimoveisjoiville.com.br/detalhes.php?codigo=37135	714.667	7.089.644	24/jan
AM07			650.000,00	197,06	131,77	4.932,84	Normal	4	c	2	3	410,00	Sim	18	4	17	[x]sim	[x]sim	Rua Senador Felipe Schmidt	NO31727	http://www.redeimoveisjoiville.com.br/detalhes.php?codigo=36826	714.587	7.088.641	24/jan