



## AVALIAÇÃO POR REGRESSÃO LINEAR MÚLTIPLA DE TERRENOS NA AVENIDA CENTENÁRIO DA CIDADE DE CRICIÚMA (SC).

Marisa Carboni Machado (1), Evelise Chemale Zancan (2).

UNESC – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
(1) [maricriciuma@hotmail.com](mailto:maricriciuma@hotmail.com), (2) [ecz@unesc.net](mailto:ecz@unesc.net)

### RESUMO

Este trabalho apresenta a equação de regressão com múltiplas variáveis para avaliação de terrenos da Avenida Centenário da cidade de Criciúma (SC). O modelo foi obtido em pesquisa realizada utilizando 80 dados dos terrenos que foram identificados, coletados e devidamente relacionados em planilha de vistorias, interpretados por 5 variáveis independentes formadores de valores, sendo elas a área total, frente, número de pavimentos, distância terminal Próspera e distância terminal Central, buscando o comportamento do mercado imobiliário de terrenos da Avenida Centenário. Após algumas simulações em busca do melhor ajustamento da equação de regressão, o coeficiente de correlação obtido foi de 88,61%, indicando uma forte correlação entre a variável dependente e as independentes. A equação gerada apresentou-se de fácil aplicabilidade e compatível com a realidade do mercado imobiliário dos terrenos da Avenida Centenário da cidade de Criciúma (SC).

*Palavras-Chave: Engenharia de Avaliações, Variável, Modelo de Regressão Linear Múltipla, Terrenos.*

### 1. INTRODUÇÃO

A retirada dos trilhos da Estrada de Ferro Dona Tereza Cristina na área central iniciou-se na segunda metade da década de 1960. Esta retirada dos trilhos cedendo o leito para a Avenida Axial e atual Avenida Centenário desencadeou um profundo processo de renovação urbana no entorno, tendo a Avenida como um pólo de valorização imobiliária, conforme ilustrado na figura 01.

Figura 01: Arquivo histórico de Criciúma: Estrada de Ferro Dona Tereza Cristina, Primeira Estação Ferroviária e Segunda Estação Ferroviária.

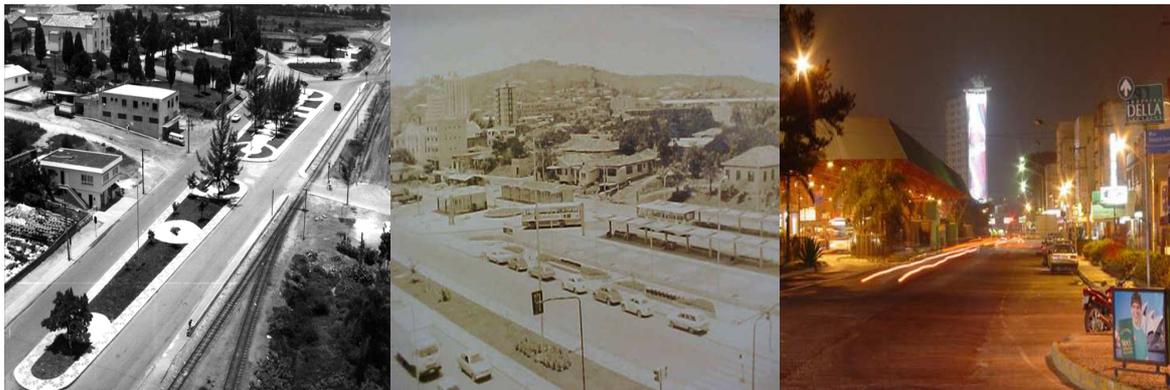


Fonte: Giuliano Elias Colossi (2010).

Conforme a figura 2, a paisagem modificou-se rapidamente, surgindo estabelecimentos comerciais: bancos, supermercados, lojas, prédios comerciais e residenciais, bem como os equipamentos urbanos: rodoviária e os terminais de transportes urbanos: Central, Próspera e Pinheirinho.

A atual Avenida Centenário corta a cidade de Criciúma no sentido norte à sul e já foi chamada de Avenida Axial, iniciando no limite do município de Içara (SC) à leste, até o Bairro Pinheirinho, à oeste. Outros importantes bairros são atravessados pela Avenida, tais como: Santo Antônio, Comerciário, Operária Nova, Centro e Próspera.

Figura 02: Arquivo histórico de Criciúma: Avenida Axial – bairro Pinheirinho, Terminal Urbano Avenida Axial – Centro e Terminal Urbano Central Avenida Centenário.



Fonte: Giuliano Elias Colossi (2010).

Para compreensão das principais modificações urbanas no entorno da via, remete-se inicialmente a estrada de ferro que atuou como um delimitador espacial do centro da Cidade, que na linguagem informal da população cricumense chama-se para os dois lados da Avenida, **o lado de lá e o lado de cá** dos antigos trilhos. Esta

diferença de denominação arraigada pela população, principalmente pelos moradores e antigos colonizadores da Cidade se estabeleceram como uma forte carga de preconceitos, influenciando no valor da terra ao longo da Avenida Centenário.

Os trilhos eram o limite da área central dos dois lados da cidade, e o seu leito nos permite entender a valorização imobiliária. **O lado de lá**, da Avenida em direção ao bairro 4ª Linha, como é dito era considerado um espaço estranho, não reconhecido e não fazendo parte do núcleo central da Cidade e neste sentido desvalorizado, sobre o ponto de vista do mercado imobiliário. Porém este cenário relatado, atualmente é diferente.

Hoje o dito **lado de lá** é densamente verticalizado, fruto de um processo de construção que se iniciou na década de 80. **O lado de lá** favorecido pela proximidade do Centro da Cidade, preço da terra mais barato do que os terrenos do **lado de cá**, da Avenida em direção ao bairro São Simão, bem como o plano diretor, propiciaram a ocupação tardia da área no entorno da Avenida, vencendo a barreira dificultada pela presença da estrada de ferro.

Ainda hoje os imóveis em condições semelhantes são bem mais caros na área central, sendo fortemente influenciado não somente pela localização, mas pela valorização cultural de morar no centro. A procura de imóveis do **lado de lá** na sua grande maioria são negociados com pessoas que não tem vínculo com esta tradição.

Diante disso, a engenharia de avaliações é uma especialidade que tem como objetivo determinar tecnicamente o valor de um bem, seus direitos, frutos e custos de produção. Além de definir o valor de um bem, contribui para responder questões importantes como: Quais as preferências do mercado? Que variáveis influenciam de maneira significativa a formação de preço? Como o mercado se comporta? E a partir destas respostas permitir a tomada de decisão em relação a melhores investimentos do mercado imobiliário. (FERMO, 2006).

A determinação do valor de um bem é bastante complexa, segundo Dantas (2012), o valor que se deve ser adotado é o valor de mercado, pois esse é o único valor que será determinado em uma avaliação.

O valor de um bem também é determinado pela oferta e procura, quanto maior a necessidade, maior a procura, maior será o seu valor.

A metodologia avaliatória é definida pelas várias maneiras de obter o valor de um imóvel. Independente da metodologia a ser aplicada, o avaliador deverá basear-se em valores de mercado, considerando os preços comercializados ou ofertados, assim como todos os outros atributos (localização, área, estado de conservação, padrão, topografia e outros), que influenciam no valor do bem a ser avaliado, (FELIPPE, 2009, p. 20).

Portanto, neste trabalho trata-se do Método Comparativo Direto de Dados de Mercado que define o valor do imóvel, ou benfeitorias através da comparação direta de mercado.

O método comparativo direto de dados de mercado é o mais usualmente empregado, é a comparação direta do imóvel avaliado com outros imóveis de características semelhantes que estão inseridos dentro do mercado imobiliário, (DELFINO, 2013, p. 2).

De acordo com Ramos (2013), o primeiro e importante passo para a avaliação de um bem é a coleta de dados, ou seja, coleta de informações de terrenos à venda, comparáveis ao terreno a ser avaliado.

Esta coleta é feita in loco, com visita dos imóveis ofertados, pesquisados nos sites das imobiliárias e consultas dos classificados de jornais da cidade.

Segundo Coelho (2011) outro importante passo para avaliação é o conhecimento das variáveis, medidas que assumem valores diferentes, em diferentes pontos de observação. Quando um aspecto observável de um fenômeno está ligado a alguma variável, poderá acontecer uma relação de dependência.

Segundo NBR 14653-2 (2011, p. 14), as variáveis independentes referem-se as características físicas (por exemplo, área, frente), de localização (como bairro, logradouro, distância ao polo de influência, entre outros) e econômicas (como oferta ou transação, época e condição do negócio – à vista ou à prazo). As variáveis devem ser escolhidas com base em teorias existentes, conhecimentos adquiridos, senso comum e outros atributos que se revelem importantes no decorrer dos trabalhos.

A mesma define que se deve ter preferência ao uso de variáveis quantitativas, as quais podem ser medidas ou contadas. Já as variáveis qualitativas não podem ser medidas ou contadas, são definidas através de:

- Variáveis dicotômicas ou dummy: são variáveis geralmente empregadas a duas situações, tendo-se apenas duas opções de resposta, como sim ou não.
- Variável Proxy: é utilizada para substituir outra de difícil mensuração e que se presume guardar com ela relação de pertinência.
- Códigos ajustados: são obtidos extraindo-se os códigos das amostras através de modelo de regressão, utilizando variáveis dicotômicas havendo ao menos três dados por características.
- Códigos alocados: se tratam de códigos utilizados para definir a qualidade do bem avaliado ou analisado.

Já as variáveis dependentes, serão aquelas que representam o valor de mercado de um imóvel: valor unitário ou valor total, (DELFINO, 2013, p.3).

Segundo Zancan (1996), a análise de regressão mostra como as variáveis estão relacionadas e o grau de relacionamentos entre elas. Essas variáveis estão relacionadas entre si, e são definidas numericamente pelo coeficiente de correlação, que se trata de uma grandeza representada pelo símbolo  $r$ , que varia entre os limites  $+ 1$  (um positivo – correlação direta) a  $- 1$  (um negativo – correlação inversa). Quando o coeficiente de correlação é  $r = 0$  indica que não há nenhum relacionamento entre variáveis, enquanto que o coeficiente de correlação igual a unidade  $-1$  ou  $+1$  define um relacionamento perfeito entre elas.

Ramos (2013), afirma que a variável com maior dependência deve chegar o mais próximo de 1 em módulo, e a variável com menor dependência ficará com seu valor mais próximo de 0.

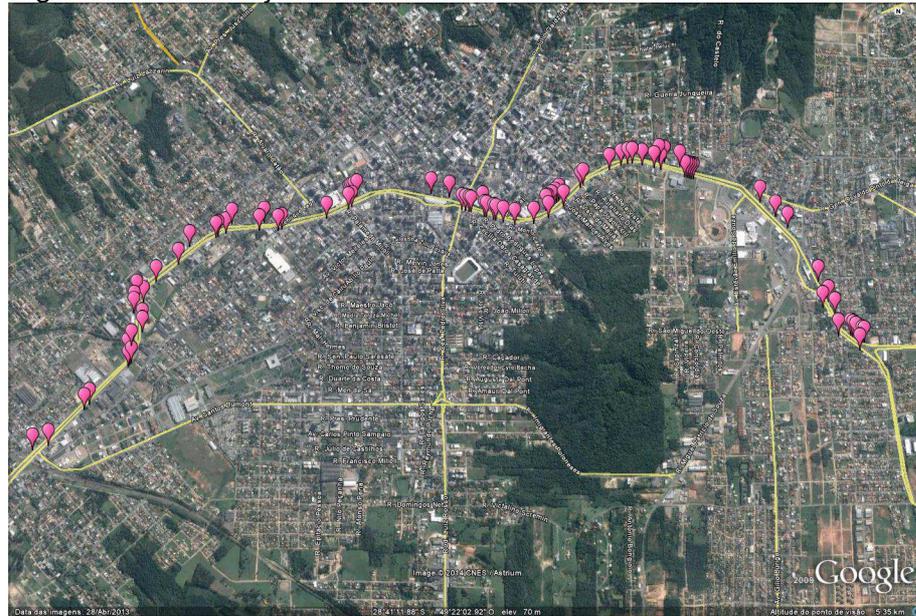
A NBR 14.653:2 (2011), de avaliação de imóveis urbanos, apresenta no item 9.2.1, os níveis de significância para o Grau de Fundamentação III (1%), II (2%) e I (5%). No Grau de Fundamentação III, com um nível de incerteza de 1%, no Grau de Fundamentação II, com um nível de significância de 2% e no Grau de Fundamentação I com um nível de incerteza de 5%.

Delfino (2013, p. 4), afirma que estes testes podem ser realizados através da distribuição F de Fischer Snedecor, que compara a variação explicada com a variação não explicada da variável dependente, ou pela distribuição t de Student, que tem a finalidade de testar se o efeito de cada uma das variáveis independentes sobre a dependente é ou não estatisticamente significativo.



Os dados obtidos foram todos localizados no mapa da cidade, conforme figura 04 e foram registrados as fotografias das frentes de todos os terrenos pesquisados, conforme figuras 05, 06 e 07.

Figura 04: Localização dos dados coletados.



Fonte: Adaptado Google Earth.

Figura 05: Amostras dos terrenos da Avenida Centenário – Bairro Próspera.



Fonte: Marisa Carboni Machado.

Figura 06: Amostras dos terrenos da Avenida Centenário – Bairro Centro.



Fonte: Marisa Carboni Machado.

Figura 07: Amostras dos terrenos da Avenida Centenário – Bairro Pinheirinho.



Fonte: Marisa Carboni Machado.

Criou-se um banco de dados com estas pesquisas coletadas, para dar início a análise exploratória, mediante estatística descritiva das imobiliárias, obteve-se o valor total de cada terreno pesquisado. Foram inseridos no banco de dados as coordenadas coletadas através do GPS in loco, e as mesmas foram locadas no mapa da cidade fornecido pela Secretaria Municipal de Infraestrutura e Mobilidade Urbana de Criciúma. Com essas coordenadas, verificou-se a distância dos terrenos pesquisados a pólos de valorização: Terminal Urbano Central, Terminal Urbano da Próspera e Terminal Urbano do Pinheirinho.

Com os 87 dados pesquisados completos, criou-se uma planilha no Excel, com as prováveis variáveis consideradas importantes na formação do valor dos terrenos situados na Avenida Centenário. Na seqüência descreve-se as variáveis pesquisadas:

1. Valor Total: variável dependente do tipo quantitativa, que informa o valor do Terreno;

2. Valor unitário: variável dependente do tipo quantitativa, representada pelo valor total do terreno dividido pela área total ( $m^2$ ) do mesmo;
3. Topografia: variável independente do tipo qualitativa definida como código alocado, codificadas como: 03 - terrenos planos; 02 - terrenos com aclave, e 01 - terrenos em declive;
4. Frente: variável independente do tipo quantitativa, corresponde à medida da extremidade de acesso ao terreno;
5. Área total: variável independente do tipo quantitativa, resultado da multiplicação da testada pela profundidade do terreno;
6. Data do evento: variável independente do tipo quantitativa, que define a data de coleta da oferta, realizado no mês de março de 2014;
7. Taxa de ocupação: variável independente do tipo quantitativa, que é definida como a porcentagem máxima de construção em projeção horizontal permitida em um terreno.
8. Índice de aproveitamento: variável independente do tipo quantitativa, que determina a quantidade total em metros quadrados possíveis de serem construídos dentro do terreno;
9. Número de pavimentos: variável independente do tipo quantitativa, que representa o número máximo de pavimentos possíveis de construir;
10. Coordenadas geográficas: variável independente do tipo quantitativa, que expressa a posição horizontal do imóvel em metros;
11. Distância: variável independente quantitativa, que representa a medida em linha reta da frente do terreno até pólos de valorização: Terminal Urbano Central, Terminal Urbano da Próspera e Terminal Urbano do Pinheirinho, que foram obtidas através do GPS de navegação.

A partir de todas as variáveis pesquisadas, realizou-se a modelagem da equação com a utilização da estatística inferencial com o uso do Excel e também o uso do software SISREN, após transformações aritméticas nas variáveis, pois, algumas não apresentaram comportamento linear, onde encontrou-se a melhor equação de regressão que representa o comportamento dos preços dos terrenos da Avenida Centenário.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizadas diversas combinações para encontrar a melhor equação de regressão, ou seja, que representa o melhor comportamento dos valores dos terrenos avaliados da Avenida Centenário, rodando inicialmente 87 dados da pesquisa, sendo que 80 dados foram considerados, onde realizou-se varias combinações entre as variáveis para identificar qual o melhor conjunto de explicações. Ao final destas simulações 05 variáveis independentes foram explicadas, sendo elas: área total, frente, número de pavimentos, distância terminal Próspera, distância terminal Central e o valor unitário como variável dependente. Conforme figura 09, encontrou-se a equação de regressão para o modelo de avaliações de terrenos da Avenida Centenário da Cidade de Criciúma (SC).

Figura 09: Equação de Regressão.

<b>Valor Unitário</b> = $1 / (+0,0004619266387 - 0,07222741933 / \text{Dist. Term. Próspera} + 3,492044703\text{E-}007 * \text{Dist. Term. Centro} + 4,362923303\text{E-}008 * \text{Área Total} - 2,789026703\text{E-}006 * \text{Frente} - 1,224888668\text{E-}005 * \text{N}^{\circ} \text{ pvtos})$
---

Fonte: Marisa Carboni Machado.

Após varias simulações entre as variáveis, obteve-se um coeficiente de correlação de 88,61%, representando uma correlação forte entre as variáveis independentes com a variável dependente. Foi encontrado um coeficiente de determinação de 78,51%, isto significa dizer que o valor unitário é explicado pela equação de regressão, o restante 21,49% não foi explicado, ou seja, está atribuído a variáveis que não foram consideradas no modelo ou a erros ocasionais. Com referência a quantidade mínima de dados de mercado, efetivamente utilizados o modelo enquadra-se no grau III, ou seja  $6(k + 1) = 36$ , onde  $k = 5$  é o número de variáveis independentes. A figura 08 mostra a matriz correlação entre as variáveis, onde a maior correlação entre variáveis independentes frente e a área total foi 0,68. Observou-se que à medida que os dados se afastavam dos pólos de valorização, seus valores tendem a decrescer.

Figura 08: Matriz Correlação.

	For...	Variável	Dist. Term. Pr...	Dist. Term. C...	Área Total	Frente	Nº pvtos	Valor Unitário
1	1/x	Dist. Term. Próspe...		47	-8	-10	-15	25
2	x	Dist. Term. Centro	47		22	21	-58	86
3	x	Área Total	-8	22		68	-45	31
	x	Frente	-10	21	68		-39	22
5	x	Nº pvtos	-15	-58	-45	-39		-62
6	1/x	Valor Unitário	25	86	31	22	-62	

Fonte: *SisRen Windows*.

Na sequência, foi realizada a verificação da análise de regressão, utilizando o método do valor de t de Student para cada variável com suas respectivas significâncias, conforme tabela 01. A NBR 14653-2 (2011), define que o grau III a significância é até 10%, grau II até 20% e em grau I até 30%. Assim sendo, o modelo gerado para a Avenida Centenário apresentou grau II de fundamentação devido a variável área total ter uma significância de 10,41% e a frente com 10,12%.

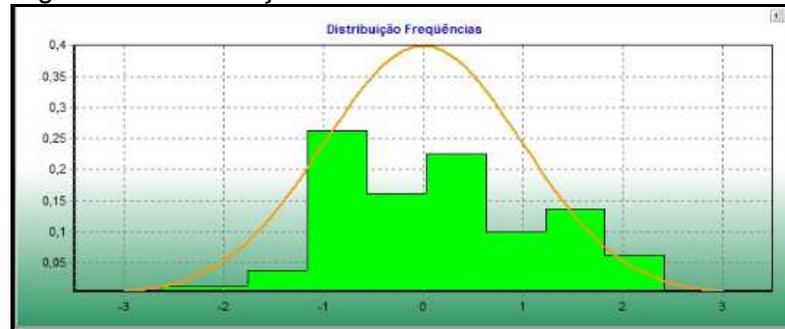
Tabela 01: Resultados Relativos do Modelo de Regressão.

Variáveis	Equação	t-observado	Significancia %
Distância Terminal Próspera	1/x	-2,76	0,73
Distância Terminal Central	x	11,18	0,01
Área Total	x	1,65	10,41
Frente	x	-1,66	10,12
Nº Pavimentos	x	-2,14	3,55

Fonte: Marisa Carboni Machado.

A estatística F obtida é de 54,06 indicando o nível de significância global do modelo gerado, ou seja o erro cometido é de 1% ou 99% de confiabilidade, enquadrando-se num grau III de fundamentação. Na análise de normalidade dos resíduos, verificou-se que os percentuais da equação de regressão da Avenida Centenário encontra-se dentro dos domínios estabelecidos conforme a NBR 14653-2 (2011), sendo assim os resultados obtidos foram: 68% da curva distribui-se entre -1s +1s; 91% da curva distribui-se entre -1,64s +1,64s; 97% da curva distribui-se entre -1,96s +1,96s, conforme pode se observar na figura 10.

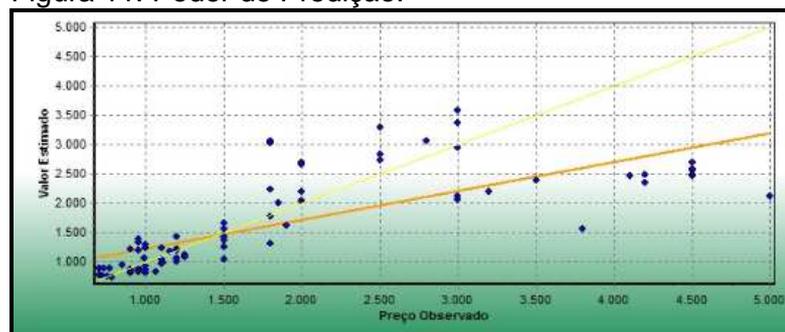
Figura 10: Distribuição dos Resíduos.



Fonte: *SisRen Windows*.

A figura 11 mostra o poder de predição do modelo, que compara o valor estimado pelo preço observado, e apresenta valores distribuídos aleatoriamente.

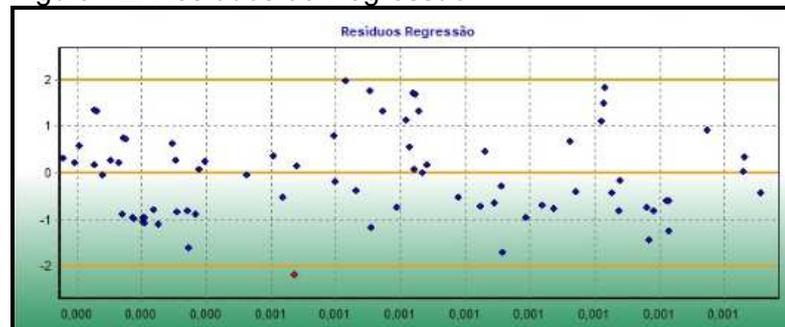
Figura 11: Poder de Predição.



Fonte: *SisRen Windows*.

A figura 12 apresenta os resultados encontrados do resíduo padrão do modelo, para o qual foram considerados 80 dados para Avenida Centenário.

Figura 12: Resíduos de Regressão.



Fonte: *SisRen Windows*.

Conforme ilustrado na figura 12, a Avenida Centenário apresentou outlier, ou seja, apenas 01 dado apresentou um resíduo fora do intervalo de desvio padrão, entre -2 a +2.

#### 4. CONCLUSÕES

Neste trabalho, o principal objetivo foi identificar as variáveis independentes significativas que influenciam no valor de um terreno, e a utilização destas variáveis na elaboração de um modelo de regressão linear múltipla para os terrenos localizados na Avenida Centenário na cidade de Criciúma (SC). Esse modelo foi obtido por meio de um banco de dados com 87 pesquisas de terrenos, sendo que 80 dados foram utilizados e após várias combinações, 5 variáveis independentes explicaram o valor dos terrenos, entre elas: área total, frente, número de pavimentos, distância terminal Próspera e distância terminal Central. A correlação do modelo foi de 88,61% representando uma correlação forte entre as variáveis e com elevado poder de predição. Os demais parâmetros estatísticos analisados apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos pela NBR 14653-2 (2011), possibilitando o enquadramento da equação no Grau III de Fundamentação. Recomenda-se que o referido banco de dados de terrenos da Avenida Centenário da cidade de Criciúma (SC), mantenha-se atualizado e que seja realizado a análise de sensibilidade da equação gerada.

#### 5. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14653/ 2011. Avaliações de Bens Parte 2: Imóveis Urbanos.** Rio de Janeiro, 2004, 37p.

COELHO, Jocilon, **Modelo de Regressão Múltipla para Avaliação de Aluguéis de Salas Comerciais na Cidade de Araranguá, SC** - Engenharia Civil – Universidade do Extremo sul Catarinense – Unesc, junho 2011.

COLOSSI. Giuliano Elias, Apresentação **Projeto Humanização da Avenida Centenário**, Criciúma, março 2010.

DANTAS. Rubens Alves. **Engenharia de Avaliações:** uma introdução à metodologia científica. São Paulo: PINI, 1998.

DELFINO, Vanessa Sant'Ana, **Modelo de Regressão Múltipla para Avaliação de Apartamentos na Cidade de Torres, RG** - Engenharia Civil – Universidade do Extremo sul Catarinense – Unesc, junho 2013.

DO NASCIMENTO. Durval. **As Curvas do Trem: A presença da Estrada de Ferro no Sul de Santa Catarina.** Criciúma: Unesc, 2004.

FELIPPE. Vanessa Colossi, **Determinação dos Fatores de Comercialização para casas nos bairros: Jardim Angélica, Nossa Senhora da Salete, Pio Correa, Pinheirinho, Santo Antonio, São Luiz, Santa Bárbara e Rio Maina, na cidade de Criciúma, SC** – Engenharia Civil – Universidade do Extremo sul Catarinense – Unesc, novembro 2009.

FERMO. Graziela Olivo, **Modelo de Regressão Linear Múltipla para Avaliação de Apartamentos na Cidade de Criciúma, SC** – Engenharia Civil – Universidade do Extremo sul Catarinense – Unesc, junho 2006.

RAMOS, Lúcia Zanoni, **Modelo de Regressão Linear Múltipla para os bairros Comerciarío, Michel e São Luiz da Cidade de Criciúma, SC** - Engenharia Civil – Universidade do Extremo sul Catarinense – Unesc, junho 2013.

ZANCAN. Evelise Chemale. **Avaliações de Imóveis em massa para efeitos de Tributos municipais.** Criciúma/SC, 1996.