

# Estudo de dados paramétricos para a estimativa de custos de construção de reservatórios de água

*Study of parametric data for estimates of construction costs of water reserves*

- **Data de entrada:**  
28/03/2020
- **Data de aprovação:**  
17/11/2020


Ricardo Bentes Kato<sup>1\*</sup> | Leandro Pantoja Paranhos<sup>1</sup> | Vinicius Costa Castro<sup>1</sup>

DOI: <https://doi.org/10.36659/dae.2022.030>

## ORCID ID

Kato RB  <https://orcid.org/0000-0002-3876-2065>

Paranhos LP  <https://orcid.org/0000-0002-5328-8816>

Castro VC  <https://orcid.org/0000-0001-5266-5870>

## Resumo

Diante da importância das estimativas de custo nas etapas iniciais de planejamento de um projeto, este trabalho tem como objetivo realizar uma análise estatística de dados orçamentários a fim de auxiliar na formulação de estimativas paramétricas para a construção de reservatórios de água. Para tal, utilizou-se um banco de dados composto por orçamentos de obras da Companhia de Saneamento do Pará (Cosanpa). Após a definição dos grupos de serviço a serem analisados e dos direcionadores de custos (variáveis independentes), sendo estes a área interna do reservatório e seu volume de armazenamento, dividiu-se as obras em dois tipos: reservatórios elevados e reservatórios apoiados. Foram realizadas, então, regressões lineares para determinação do nível de correlação entre as variáveis analisadas. A partir destas, foram observados resultados semelhantes para ambos os tipos de obra, sendo evidente a tendência de aumento da correlação entre as variáveis independentes e o custo de um grupo de serviço quanto maior seu peso no custo global. Encontradas as melhores relações paramétricas de custos torna-se possível, então, a elaboração de modelos de estimativa paramétrica de custos.

**Palavras-chave:** Estimativa de custos. Orçamento. Reservatório de água. Análise paramétrica.

## Abstract

*In the face of the relevance of cost estimates in early stages of project planning, this paper has the objective to perform a statistical analysis of budgetary data in order to assist in the formulation of parametric estimates for the construction of water tanks. To do so, a database of detailed budgets of constructions from Companhia de Saneamento do Pará (Cosanpa) was used. Following the definition of the service to be analysed and of the cost drivers (independent variables), being these the inside area of the tank and its storage volume, the constructs were divided into two types: supported tanks and elevated tanks. Then, linear regressions were carried out to determine the level of correlation between the analyzed variables. From these, similar results were observed for both types of tanks, it being apparent the tendency of raise in the correlation between the independent variable and the cost of a service group the bigger its weight in the global cost. In possession of the best parametric relationships, the formulation of a parametric estimating model becomes possible.*

**Keywords:** Cost estimates. Budget. Water Tanks. Parametric Analysis.

<sup>1</sup> Universidade Federal do Pará - Belém - Pará - Brasil.

\* **Autor correspondente:** ricardokato@ufpa.br.

## 1 INTRODUÇÃO

Para Andrade e Souza (2003, p.2), “a atividade de estimar custos é bastante antiga e sua importância inquestionável, na medida em que o custo de um empreendimento é fator limitante para sua concepção e implementação”.

Segundo o PMBOK (2013) e Dias (2011), estimar custos e determinar um orçamento são duas das mais importantes etapas dentro da gestão de custos de uma obra, sendo diretamente interligadas, porém diferentes da seguinte forma:

- Estimar custos: é um processo preliminar de rápida execução para definição de um valor aproximado necessário para a realização do projeto. Não deve ser utilizado como base para fechamento de contratos.
- Determinar o Orçamento: é o processo mais avançado de associação das estimativas de custos de atividades individuais ou grupos de serviços que, por apresentar um menor erro, pode servir como base para o fechamento de contratos e como ferramenta de auxílio na execução da obra.

Entretanto, na grande maioria das situações da construção civil, geralmente é inviável fazer estimativa de custos para obras com grau de complexidade de médio e grande porte, sendo somente possível gerar um orçamento detalhado com todos os projetos desenvolvidos. Enquanto isso, devido à necessidade de uma definição de preços para o lançamento dos projetos (e também no caso de disputas licitatórias), nascem expectativas de custos a partir de bases precárias de informações (GONÇALVES, 2011).

É justamente desta necessidade de encontrar um valor representativo, porém não determinístico, ainda em fase inicial de planejamento do empreendimento, que se justifica a utilização de estimativas de custos (LOSSO, 1995).

As estimativas de custos, referidas como métodos expeditos por Otero (2000) e Dias (2011), são caracterizadas pela velocidade de aquisição de resultados e por graus de precisão mais baixos do que os orçamentos detalhados, porém compatíveis com o exigido na situação.

Dentre os métodos mais difundidos está o Custo Unitário Básico, conhecido como CUB. Autores como Isaton (2016), Losso (1995), Parisotto (2006), Otero (2000) e Valle (2003) frisam que essa é a técnica mais utilizada no Brasil. Porém, por se basear apenas em uma relação entre o custo e a área construída para uma determinada tipologia de projeto, apresenta um grau de precisão relativamente baixo.

O objetivo geral artigo é realizar uma análise paramétrica de dados orçamentários de obras da Companhia de Saneamento do Pará, a fim de auxiliar em estimativas de custos paramétricos para a construção de reservatórios de água.

## 2 ESTIMATIVAS DE CUSTO

De acordo com Losso (1995), é óbvia a necessidade de estimar o custo de um empreendimento antes mesmo da elaboração dos projetos detalhados. Tal urgência se deve à clara influência do fator custo na limitação do porte da obra, do seu escopo e até mesmo de sua realização ou não de fato.

Andrade e Souza (2003) definem o conceito custos na construção civil como “o montante financeiro, proveniente de gastos com bens, serviços e transações financeiras, necessário à execução de um empreendimento, desde a etapa de estudo de viabilização até a sua utilização, durante um prazo pré-estabelecido.”

Segundo Vergara e Boyer (1974 *apud* Otero, 2000, p. 2), fatores como variações econômicas, condições climáticas, diferentes métodos de

construção, disponibilidade de equipamentos e materiais, variações na produtividade da mão de obra e atrasos no andamento da construção, são determinantes na variabilidade dos custos na construção. Sendo assim, a incerteza é intrínseca ao processo de construção, havendo um limite de exatidão compatível que pode ser alcançado pelos métodos de estimativas de custo (BENETT; BARNES, 1979; LICHTENBERG, 1980 *apud* OTERO, 2000, p. 2).

Qualquer que seja o método utilizado para a estimativa, o custo real de uma obra é um só (HEINECK, 1986 *apud* PARISOTTO, 2003, p. 4). Portanto, segundo Losso (1995), deve ficar claro que não é o objetivo de uma estimativa precisar o valor de um empreendimento, e sim identificar um intervalo aproximado, no qual o custo da obra esteja compreendido.

## 2.1 Orçamento Detalhado

Também referido como orçamento discriminado, analítico ou convencional, o orçamento detalhado é o método de verificação de custos e de enumeração dos serviços a serem realizados mais popular entre as empresas de Construção Civil (BAZANELLI; DEMARZO; CONTE, 2003).

Assim como Parisotto (2003), Andrade e Souza (2003) afirmam que o fundamento da elaboração de um Orçamento Detalhado são os serviços nos quais se dividem o projeto. Estes, por sua vez, são quantificados e têm seu custo calculado a partir de composições de custo unitários.

Quando produzido com base em todos os projetos e especificações ditos finais, esse tipo de orçamento tende a ser o que apresenta menor margem de erro dentre todos os métodos comumente utilizados (BRESSIANI; HEINECK; ROMAN, 2010).

Goldman (1999, 2004) corrobora a assertiva acima, afirmando que o Orçamento Detalhado é o recurso mais importante para o planejamento e acompanhamento da Obra. Afirma ainda que, com acesso aos principais projetos do empreendimento (projeto estrutural, arquitetônico, de instalações, memorial descritivo, entre outros) na sua elaboração, a margem de erro do orçamento pode ficar abaixo de 10%.

Neste sentido, recomenda-se que o orçamento seja atualizado frequentemente, com base no planejamento físico da obra. O orçamento fornece, aos olhos do investidor, todas as informações necessárias para uma análise clara do projeto, por isso é importante um acompanhamento dos custos de forma mensal (COELHO, 2006).

Por outro lado, Lichtenberg (1980 *apud* Otero, 2000, p. 4) atenta para as possíveis inconveniências causadas pela necessidade de um nível cada vez mais aprofundado de detalhamento deste tipo de estimativa. Dentre elas estão: maior demanda de recursos para a elaboração do orçamento; possível aumento gradativo de erros não detectados e outras mais.

Contudo, apesar das dificuldades originadas em análises embasadas em estimativas muito detalhadas terem a tendência de continuar existindo e se agravando com o aumento da necessidade de maior precisão e detalhes nos orçamentos, as desvantagens relacionadas a tarefas manuais vão na contramão do avanço tecnológico, tendendo a diminuir com o tempo (OTERO, 2000).

## 2.2 Análises e Estimativas Paramétricas

Marques de Jesus (2008) define como um requisito mínimo para a constatação da viabilidade de um empreendimento a apresentação de uma estimativa de custos de produção que atenda às expectativas do gestor quanto à sua precisão.

No entanto, por se tratar de uma análise preliminar, os estudos de viabilidade (essenciais para a comercialização do empreendimento) normalmente são realizados antes da elaboração dos principais projetos complementares, impossibilitando a elaboração de um orçamento detalhado com boa precisão (CANTANHEDE; SCHMITT, 2003 *apud* COIMBRA, 2010).

Nasce então, dessa necessidade de uma estimativa de custos com bom nível de precisão, porém sem muitas informações detalhadas sobre o projeto, o método de estimativa de custos a partir de análises paramétricas.

A análise paramétrica de custos parte do pressuposto de que fatores que influenciaram os valores de um produto de uma certa tipologia no passado, tendem a agir da mesma forma em novos projetos. Logo, a estimativa se baseia em relações entre certas características do projeto e seu custo, por meio de uma análise estatística desta relação (NASA, 2015).

Seguindo essa lógica, é possível perceber que tipos de distintas informações sobre um projeto afetam a precisão das estimativas de forma díspar. Quanto mais abrangente é o caráter dos dados conhecidos, maior sua relevância dentro da estimativa de custos (ASHWORTH; SKITMORE, 1983 *apud* OTERO, 2000).

É dessa forma que são definidos, então, os direcionadores de custo: variáveis independentes com uma forte influência sobre uma variável dependente (geralmente é o custo). A estimativa funciona, por sua vez, combinando os valores históricos das variáveis em um plano cartesiano e, por meio da análise estatística dos pontos, encontrando uma equação matemática que descreva a relação (NASA, 2015).

Otero (2000) se refere a essas relações entre variáveis como “Relações Paramétricas de Custo”, uma tradução livre do termo original “*Cost*

*Estimating Relationship*”, citado na publicação UNITED STATES OF AMERICA (1995), a qual o autor utiliza como referência. Essas relações, quando estatisticamente representadas por equações matemáticas, podem ser combinadas formando os algoritmos que definem o modelo de estimativa paramétrica em si.

Com o objetivo de facilitar o entendimento do processo de estimativa paramétrica, Parisotto (2003) considerou que a sistemática para a utilização do método é composta pelas seguintes três etapas:

- Levantamento e análise de dados: consiste na aquisição dos dados históricos para a montagem de um banco de dados para a análise estatística, bem como a análise crítica da funcionalidade dos dados.
- Análise dos direcionadores de custo e das relações paramétricas: consiste na análise das variáveis independentes do projeto para a definição daquelas que apresentam maior influência sobre o custo, com o objetivo de definir as relações matemáticas entre elas.
- Validação do método paramétrico: consiste na aplicação do modelo com o objetivo de testar sua precisão em relação ao custo real, sendo validado ao atingir um mínimo de precisão.

### 3 METODOLOGIA DO TRABALHO

Os dados utilizados neste trabalho foram obtidos a partir de 15 obras de reservatórios apoiados (RAP) e elevados (REL) sendo desse total, 7 RAP's e 8 REL's – entende-se como reservatório apoiado aquele que teve a base construída ao nível do solo, enquanto reservatório elevado é aquele que possui uma estrutura de elevação servindo como apoio para a base do mesmo.

Trata-se de obras não convencionais, e por esse motivo há um número pequeno de amostragem

de orçamentos, visto que são dados difíceis de se obter e a falta de padronização nos mesmos faz com que nem todos sejam viáveis de trabalhar. As obras estão distribuídas por diferentes regiões do estado do Pará e produzidas por diferen-

tes empresas. Seus volumes contemplam a faixa de 300 a 4200 m<sup>3</sup>, sendo que essa distribuição de volume não é uniforme. A Tabela 1 apresenta alguns dados gerais das amostras utilizadas nesse trabalho.

**Tabela 1** - Informações gerais sobre a Amostra.

Obra	Volume (m <sup>3</sup> )	Custo Global (R\$)	Tipo de Reservatório	Cidade
1	300	1125147,24	RAP	Ananindeua
2	300	728546,84	REL	Alter do Chão
3	300	737725,18	REL	Salinópolis
4	400	771325,13	RAP	Alter do Chão
5	500	1033816,20	RAP	Oriximiná
6	500	945458,36	REL	Belém
7	500	1003462,44	REL	Santarém
8	1000	781062,29	RAP	Salinópolis
9	1000	1853528,91	REL	Belém
10	1000	1786928,67	REL	Belém
11	1000	1853528,91	REL	Belém
12	1200	1430814,58	REL	Santarém
13	2500	2086347,51	RAP	Belém
14	4200	2879498,41	RAP	Belém
15	4200	2855282,68	RAP	Belém

Fonte: Autores.

Os orçamentos e projetos utilizados para a composição do banco de dados tiveram como data suas datas de aprovação, contemplando o período de dez/2010 a dez/2017. Além disso, tiveram suas correções de valores com base no índice de preços “Índice Geral de Preços do Mercado” (IGP-M), produzido pela Fundação Getúlio Vargas, utilizando como data-base de correção o orçamento mais recente (dez/2017) e adotando o Real como unidade monetária padrão, visto que não foram observadas alterações da moeda no período observado.

Devido à grande variabilidade de dados na indústria da construção civil gerada por diversos fatores, tais como métodos construtivos, regionalidade e características de projetos, e se baseando em autores como Otero (2000), Valle (2003) e o “*Cost Estimating Handbook*”, da NASA (2015), consideraremos para este trabalho um coeficiente de determinação de valor igual ou supe-

rior a 80%, o apropriado para uma boa confiabilidade no ajustamento da equação de regressão.

Para a análise da relação entre os custos dos grupos de serviços e os direcionadores, dividiu-se a amostra em duas, de acordo com sua classificação: Reservatórios Apoiados (RAP) e Reservatórios Elevados (REL).

A análise foi feita de forma separada para REL e REP. Para utilização dos dados, desconsiderou-se a utilização de equipamentos hidráulicos e elétricos, tais como bombas, tubulações, quadros de controle, como um grupo de serviço a ser analisado de forma distinta, levando-se em consideração apenas parâmetros relacionados diretamente à construção civil propriamente dita, como concretagem, armação, forma e desforma, impermeabilização, revestimentos pintura, movimentação de terra e afins. Os dados desconsiderados acima entraram em um grupo nomeado “Outros”, ao qual se enquadram tam-

bém edificações complementares, como casa do operador e estação elevatória de água. Dessa forma, os grupos de serviços ficaram agrupados da seguinte maneira: “Serviços gerais”; “Movimentação de terra”; “Fundação”; “Estrutura”; “Impermeabilização” e “Pintura e revestimento”. A Tabela 2 apresenta a relação desses grupos de serviços com suas respectivas composições.

**Tabela 2** - Composição dos Grupos de Serviço

Grupos de Serviços	Composição
Serviços Iniciais	Limpeza inicial do terreno e locação da obra
Movimentação de Terra	Escavação mecanizada e manual, aterramento, compactação do solo e transporte de material
Fundação	Sondagem, fôrma, armação, concretagem e pré-moldados
Estrutura	Fôrmas, desformas, armação, concretagem e cimbramentos
Impermeabilização	Preparo e aplicação de impermeabilizantes
Pintura e Revestimento	Chapisco, emboço, reboco, limpeza e pintura de superfícies

Fonte: Autores.

O grupo denominado “Outros”, entretanto, foi mantido apenas para ser utilizado na análise do Custo global da obra, servindo assim como um parâmetro para o preço da obra como um todo. Tendo os grupos de serviços definidos, foram feitos os levantamentos de valores para custos de cada grupo de serviço dos reservatórios, assim como valores para as principais características físicas dos mesmos. Para a regressão, foram utilizados os direcionadores de custo que presumidamente possuem relações paramétricas com os grupos de serviços, sendo essas características gerais da obra, que são: volume do reservatório, área interna do reservatório e altura útil do reservatório.

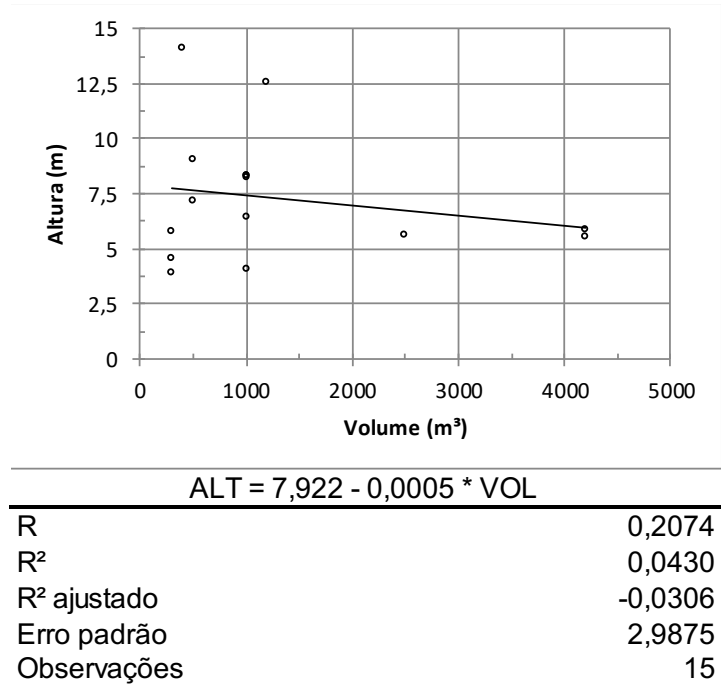
#### 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como definido no item anterior, os direcionadores de custo são variáveis independentes de grande relevância no projeto. Trata-se, geralmente, de características físicas, geométricas ou técnicas do projeto. A escolha dos direcionadores de custos a serem utilizados para essa análise se deu a partir da disponibilidade de informações presentes na base de dados utilizada, ou seja, a partir dos orçamentos detalhados. Por se tratar de um parâmetro disponível desde as fases iniciais de idealização do projeto e, indiscutivelmente, ser a característica mais importante de um reservatório de água, o seu Volume, ou seja, sua capacidade de armazenamento, este foi definido como o principal direcionador de custo nesta análise.

É possível observar que o nível de correlação entre a área interna do reservatório e o seu volume é muito alto, alcançando um coeficiente de determinação ajustado de 94,75%. Por outro lado, A correlação entre a altura útil e o volume é pequena, sendo o  $R^2$  obtido negativo, como observado na Fig. 1.

Tal diferença pode ser explicada pela tendência de os projetistas, na necessidade de construção de reservatórios de maior capacidade, priorizarem o aumento das dimensões horizontais, já que o aumento da altura útil de um reservatório significa um aumento de coluna d’água, consequentemente um aumento de pressão nos pontos mais baixos, o que pode exigir ainda mais da estrutura do reservatório.

Diante do baixo nível de correlação entre o porte da obra em si e os valores de altura útil dos reservatórios, decidiu-se por não utilizar esses valores como direcionadores de custo nas análises com os grupos de serviço.

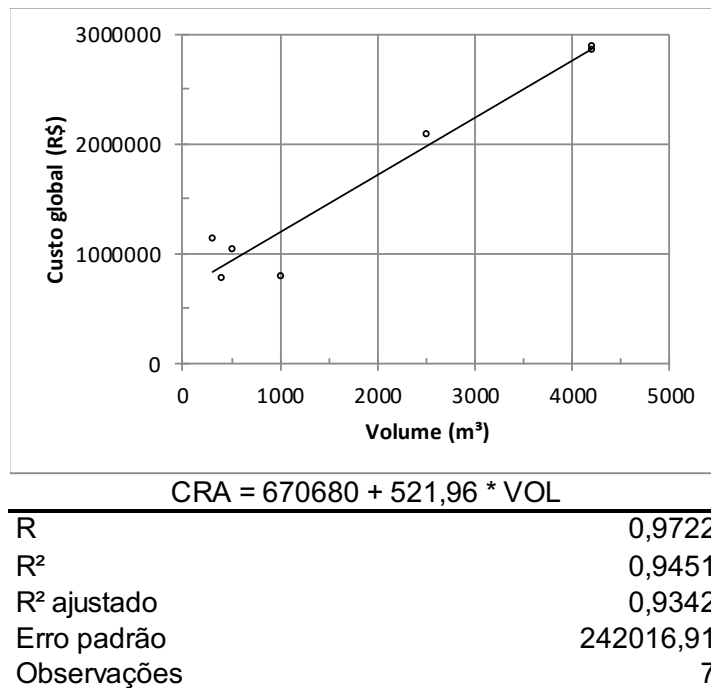


**Figura 1** - Regressão Linear entre Altura Útil e Volume do Reservatório.  
 Fonte: Autores.

#### 4.1 Relações para Reservatórios Apoiados

Para uma análise preliminar, foram realizadas regressões entre o valor global das obras e os direcionadores de custo. Para ambos os direcionadores de

custo, neste caso, observa-se uma boa correlação com os valores de custo Global. Para a relação Custo Global x Volume, foi obtido um coeficiente de determinação ajustado de 93,4%, como mostra a Fig. 2.



**Figura 2** - Regressão Linear entre Custo Global de RAP's e Volume do Reservatório  
 Fonte: Autores.



No caso dos Reservatórios Apoiados, os grupos de serviço que obtiveram os melhores resultados de correlação com os direcionadores de custo foram Fundação, Estrutura e Impermeabilização. Juntos, esses grupos somam, em média, cerca de

80% do valor total da obra. É importante, também, lembrar que os custos que foram deixados de fora da análise somam, em média, cerca de 16,8% do custo total da obra.

**Tabela 3** - Informações gerais de resultados em Reservatórios Apoiados.

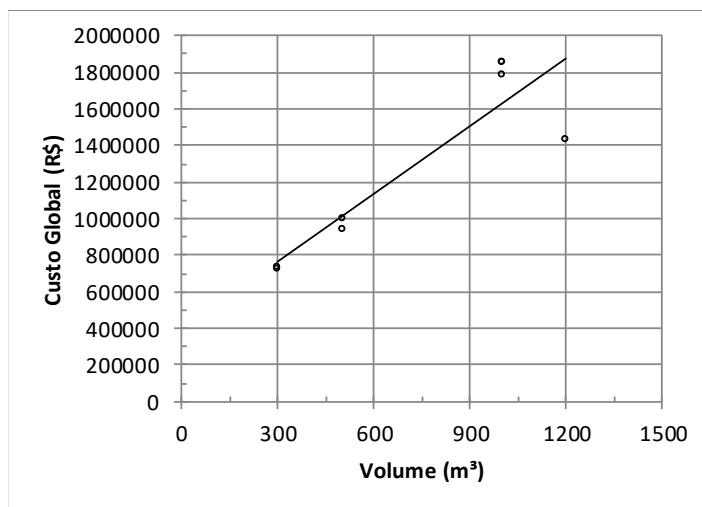
Grupo	Equação	% Custo Global Médio	R <sup>2</sup> ajustado
Serviços iniciais	SRA = 3055,8 + 0,2032 * VOL	0,26	0,039
Movimentação de Terra	MRA = 12791 + 10,971 * VOL	1,84	0,514
Fundação	FRA = 53112 + 205,46 * VOL	22,97	0,926
Estrutura	ERA = 437108 + 130,53 * VOL	47,15	0,908
Impermeabilização	IRA = 66688 + 53,884 * VOL	9,82	0,805
Pintura e Revestimento	PRA = 7839,9 + 35,312 * AREA	1,11	0,771
Outros	-	16,85	-

Fonte: Autores.

#### 4.2 Relações para Reservatórios Elevados

Assim como nos reservatórios apoiados, foi realizada a regressão para o grupo de dados de

reservatório elevados, conforme Fig.3. Neste foi identificada uma correlação muito boa entre o volume e o custo global.



<b>CRE = 398087 + 1233,7 * VOL</b>	
R	0,8990
R <sup>2</sup>	0,8083
R <sup>2</sup> ajustado	0,7763
Erro padrão	234632,3028
Observações	8

**Figura 3** - Regressão Linear entre Custo Global de REL's e Volume do Reservatório.

Fonte: Autores.



Para Reservatórios Elevados, os melhores coeficientes de determinação foram alcançados pelos seguintes grupos: Fundação, Estrutura e Pintura e Revestimento. Quando somados, representam,

em média, 77,2% do valor total da obra. Neste caso, os valores que foram excluídos da análise representam cerca de 17,6% do valor total da obra, em média.

**Tabela 4** - Informações gerais de resultados em Reservatórios Elevados

Grupo	Equação	% Custo Global Médio	R <sup>2</sup> ajustado
Serviços iniciais	$SRE = 4120,8 - 19,658 * AREA$	0,22	-0,089
Movimentação de Terra	$MRE = 6095,5 + 8,1038 * VOL$	0,98	-0,105
Fundação	$FRe = 83718 + 2642,6 + AREA$	11,59	0,804
Estrutura	$ERe = 198711 + 850,61 * VOL$	62,92	0,893
Impermeabilização	$IRE = 11040 + 54,66 * VOL$	3,96	0,712
Pintura e Revestimento	$PRE = 10712,9 + 61,956 * AREA$	2,67	0,866
Outros	-	17,66	-

Fonte: Autores.

A partir destes dados, é possível trabalhar para o desenvolvimento de modelos de estimativas paramétricas para ambos os tipos de reservatórios. A semelhança dos resultados obtidos para os dois tipos de reservatórios indica que é possível obter precisões equivalentes em suas estimativas.

Alimentando o banco de dados para uma amostra mais significativa, poder-se-á estimar custos desse tipo de obra, seja para elaboração de estudos de viabilidades econômica, seja para o planejamento da administração pública para suas futuras licitações.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível afirmar que este trabalho foi capaz de atingir seus objetivos gerais e específicos ao realizar a análise estatística dos dados disponíveis acerca da tipologia de obra definida, podendo ser utilizado como suporte para a montagem de um modelo de estimativa paramétrica de custos.

Após a definição inicial dos direcionadores de custo, sendo estes o volume de armazenamento do reservatório e sua área interna, foi possível a

realização do procedimento de análise por meio de regressões. Este, por sua vez, identificou uma tendência, presente nos dois tipos de reservatório, de aumento de correlação entre os direcionadores e os custos nos grupos de serviço de maior representatividade no custo global, sendo os mais relevantes dentre estes, os grupos de Fundações e Estruturas.

Apesar do número relativamente pequeno de amostras, os resultados obtidos são considerados bons para um trabalho inicial nessa área, visto que quando se orçam obras de reservatórios não há nenhuma outra base de referência além da comparação com outros orçamentos analíticos. Esse número pequeno de amostras, como dito anteriormente, deve-se à natureza das obras, pois trata-se de construções não convencionais, o que gera um número pequeno de orçamentos disponíveis. Além disso, a falta de padronização nos mesmos faz com que nem todos sejam viáveis para se trabalhar.

## 6 CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Todos os autores contribuíram de forma igualitária.

## 7 REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A.C de; SOUZA, U. E. L. de. Críticas ao processo orçamentário tradicional e recomendações para confecção de um orçamento integrado ao processo de produção de um empreendimento. In: Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, III, Encontro Latino-Americano de Gestão e Economia da Construção, 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos: UFSCAR, 2003. p. 1-11.
- BARBETTA, P.A; REIS, M. M; BORNIA, A. C. **Estatística para cursos de engenharia e informática**. 410p. 3a edição. Atlas. São Paulo, 2010.
- BAZANELLI, A. C. D. R.; DEMARZO, M. A.; CONTE, A. S. I. Otimização da planilha orçamentária de edificações através da aplicação dos princípios da LeanConstruction. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GESTÃO E ECONOMIA DA CONSTRUÇÃO, 3., 2003, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP: SIBRAGEC, 2003. 10 p.
- BRESSIANI, L.; HEINECK, L. F. M.; ROMAN, H. R. Indicadores paramétricos para orçamento e avaliação da qualidade de projetos: analisando a consistência interna de um banco de dados e das equações de regressão geradas. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 13., 2010, Canela. **Anais...** Canela: ANTAC, 2010. 12 p.
- COÊLHO, R. S. A. **Planejamento e controle de custos nas edificações**. São Luis: UEMA, 2006. 274p.
- COIMBRA, C. M. **Indicadores paramétricos de custos aplicados a edifícios multifamiliares: custo unitário básico representativo**. 120p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.
- GOLDMAN, P. **Sistema de planejamento e controle de custos na construção civil, sub-setor edificações**. 107p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal Fluminense, Niterói, 1999.
- \_\_\_\_\_. **Introdução ao planejamento e controle de custos na construção civil brasileira**. São Paulo: Pini, 2004. 176p.
- GONÇALVES, C. M. M. **Método para Gestão do Custo da Construção no Processo de Projeto de Edificações**. 182p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- DIAS, P. R. V. **Engenharia de custos: uma metodologia de orçamentação para obras civis**. 9ª ed. 2011. 213p. Disponível em <<http://paulorobertovileladias.com.br/wp/collection.html>>. Acesso em 15 de out. 2018.
- ISATON, C. **Análise de Custos Paramétricos para Dados Orçamentários de Unidades de Internação Socioeducativas**. 183p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.
- LOSSO, I. R. **Utilização das características geométricas da edificação na elaboração de estimativas preliminares de custos: estudo de caso em uma empresa de construção**. 146p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis (SC), 1995.
- NASA. **Cost Estimating Handbook. Version 4.0**. 2015. 63p. Disponível em <[https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/01\\_CEH\\_Main\\_Body\\_02\\_27\\_15.pdf](https://www.nasa.gov/sites/default/files/files/01_CEH_Main_Body_02_27_15.pdf)>. Acesso em 19 set. 2018.
- OTERO, J.A.; HEINECK, L.F.M. Análise paramétrica para estimativa de custos na construção de edifícios. In: Encontro Nacional De Tecnologia Em Ambiente Construído, 10º, 2004, São Paulo, SP. São Paulo, 2004. 11p. **Anais...**
- OTERO, J. A. **Análise paramétrica de dados orçamentários para estimativa de custos na construção de edifícios: estudo de caso voltado para a questão da variabilidade**. 214p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis (SC), 2000.
- PARISOTTO, J. A. **Análise de estimativas paramétricas para formular um modelo de quantificação de serviços, consumo de mão-de-obra e custos de edificações residenciais: estudo de caso para uma empresa construtora**. 121p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis (SC), 2003.
- PMBOK. **Um Guia do conjunto de conhecimentos em gerenciamento de projetos** (Guia PMBOK®). Project Management Institute, Inc. Newton Square, Pennsylvania, USA. 5ª edição, 2013.
- VALLE, E. F. **Análise de custos paramétricos de edificações não comerciais do oeste de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Desempenho de Sistemas Produtivos). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.