

## **METODOLOGIA DE COMPOSIÇÃO DE CUSTO PARA ENCARGOS COMPLEMENTARES: EQUIPAMENTOS DE PROTEÇÃO INDIVIDUAL**

### **Guilherme Martins Pereira**

Graduando em Engenharia da Produção pelo Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH), guilhermemp2014@gmail.com

### **Regina Maria Germânio**

Graduanda em Engenharia da Produção pelo Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH), regina.germanio@gmail.com

### **Tiago Silveira Gontijo**

Mestre em Engenharia de Produção (UFMG), docente do Centro Universitário Metodista Izabela Hendrix (CEUNIH), tiago.gontijo@izabelahendrix.edu.br

### **Resumo**

O presente artigo teve como intuito propor uma metodologia de composição de custo, voltada aos encargos complementares de forma a contribuir para o aumento de competitividade de uma empresa construção pesada. Para tal utilizou-se princípios da engenharia de custo aliado a preceitos estatísticos e visão crítica de segurança do trabalho. A partir do estudo de caso, foi possível demonstrar como uma divergência na estimativa de consumação do insumo EPI pode influenciar no resultado econômico da obra. Neste caso em questão a divergência do custo mensal com EPI chegou a uma defasagem de 55% no estrato amostrado, o que resultou em uma defasagem acumulada de 87% projetada até o final obra. Entretanto com adoção da solução proposta pode-se obter uma redução nesta defasagem de 66% se aplicada as futuras aquisições do insumo.

**Palavras-chave:** Engenharia de Custo. Orçamento de obra. Encargos Complementares. Equipamentos de Proteção Individual-(EPI).

### **Abstract**

The purpose of this article was to propose a methodology of cost composition, focused on the additional costs in order to contribute to the increase of competitiveness of a heavy construction company. For this purpose we used the principles of cost engineering allied to statistical precepts and critical vision of work safety. From the case study, it was possible to demonstrate how a divergence in the consumption estimate of the PPE input can influence the economic result of the work. In this case the divergence of the monthly cost with PPE reached a 55% lag in the sampled stratum, which resulted in a cumulative lag of 87% projected until the final work. However, with the adoption of the proposed solution, a reduction in this gap of 66% can be obtained if future acquisitions of the input are applied..

**Keywords:** Cost Engineering. Construction work. Complementary Charges. Personal Protection Equipment (PPE).

## **Introdução**

A crise econômica no Brasil atingiu a indústria da construção pesada de forma significativa, as margens de lucro ficaram cada vez menores colocando a sobrevivência das empresas desse segmento em risco de acordo com SICEPOT (2016). No início do ano de 2014 o setor acreditava que poderia crescer 1,6 % a mais do que o registrado em março de 2013, ano em que o PIB do setor mal ultrapassou os R\$ 221 bilhões de reais, entretanto, o primeiro semestre 2014 foi desanimador e o setor da construção pesada apresentou queda de 0,9% já no primeiro trimestre, aprofundando-se para 8,7% no trimestre seguinte, (MARCONDES, 2014).

Diante deste cenário adverso da economia brasileira, as empresas do setor de construção pesada se encontraram ainda mais pressionadas em serem competitivas, já que o número de licitações reduziram significativamente conforme SICEPOT (2016). E para obtenção de tal competitividade, as empresas desse seguimento recorrem as técnicas de engenharia de custos, que avaliam os dados físicos quantitativos, bem como os encargos incidentes, (TISAKA,2010); (DIAS,2011).

No que refere-se a encargos, fontes literárias como: Tisaka (2010), Dias (2011), CEF (2014) e o TCU (2014), afirmam existir na atual legislação trabalhista e contábil, uma diretriz orçamentária denominada “Encargos Complementares de Mão de Obra”, diretriz esta, onde são previstos custos com refeição, transporte, Equipamento de Proteção Individual - EPI, uniformes, ferramentas manuais, exames médicos, seguro de vida em grupo, entre outros, que compõe o preço de venda dos serviços.

Destaca-se que tais insumos existem por força de lei vinculadas a convenções coletivas e normas regulamentadoras, (BRASIL,1978b). Frisa-se ainda, que tais insumos não possuem caráter opcional de fornecimento ou de quantidade, em especial os EPIs, pois sua vida útil depende de inúmeros fatores ligados a questões de segurança do trabalho. Quando tais fatores são negligenciados, expõe o empreendimento ao risco de multa, embargo ou interdição por parte do Ministério do Trabalho e Emprego – MTE, gerando assim custos adicionais impossíveis de se prever. Em casos mais graves como ocorrência de acidentes pela ausência deste insumo, corre-se o risco de indiciamento civil criminal, (SESI, 2008).

Diante dessa realidade, estimar a consumação de EPIs não é uma tarefa fácil, segundo Gonzalez (2008), o engenheiro orçamentista recorre a entidades de mercado que disponibilizam índices e referenciais para serem utilizados nas composições de custo. Os mais conhecidos são:

- O SINAPI - Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e índices da Construção Civil;
- A Fundação Getúlio Vargas - FGV;
- E a editora PINI.

Entretanto é importante que as empresas tenham sua própria base de dados e índices, já que entre as principais causas de orçamentos deficientes está o uso inadequado dos referenciais, sistema de banco de dados defasados e profissionais mal preparados em termos de engenharia de custos, (DIAS, 2011).

Diante da atual conjuntura, chega-se ao objetivo geral desse artigo, que é propor uma metodologia de composição de custo baseada em preceitos estatísticos utilizando uma obra de construção pesada como objeto de estudo. Desdobrando assim as seguintes ações:

- A. Diagnostico estatístico do volume de consumação dos principais EPIs, considerando grupos estratégicos da obra;
- B. Análise do impacto da metodologia sobre o processo de orçamentação utilizado pela empresa na fase licitatória;
- C. Análise de modalidade alternativa de aquisição do insumo EPI.

O presente artigo é composto desta introdução e outras quatro seções que se dividem em: contextualização, referenciais teóricos, resultados e conclusão.

### **Contextualização**

Para o estudo de caso, analisou-se uma empresa prestadora de serviço que se encontra executando uma obra duplicação de ferrovia iniciada em 2015 com término previsto para 2017. Essa duplicação de 559 km consiste dos serviços de terraplenagem, lançamento de lastro (Brita), instalação de dormente e trilhos, além da construção de pontes e viadutos de acesso.

## Referencial teórico

### Engenharia de Custos e Licitação

Segundo Dias (2011), a engenharia de custos é um conjunto de normas, critérios e experiências, utilizados para estimar custos de forma prévia, monitorando os mesmos na fase de construção. Já a CEF (2014), conceitua engenharia de custos como ramo da engenharia que se utiliza de técnicas de apropriação de custos para se estimar um empreendimento sob supervisão de um profissional habilitado.

Quanto a licitação, segundo Spinelli e Luciano (2012), trata-se de um processo administrativo para contratação de uma obra, visando escolher a proposta mais vantajosa a partir dos parâmetros previamente definidos, conforme a Lei n.º 8.666, Brasil (1993). Um desses parâmetros é a formação do preço de venda, o que segundo Dias (2011) é a soma do custo direto e indireto acrescido do lucro previsto, sendo este último computado no Benefício de Despesas Indiretas BDI (*Budget Difference Income*), conforme demonstrado na Equação 1.

$$\text{Preço de Venda (PV)} = \text{Custo Direto (CD)} + \text{BDI} \quad (1)$$

Este mesmo entendimento pode ser observado na equação 2 apresentada por Tisaka (2010):

$$\text{PV} = \text{CD} * \left[ 1 + \frac{\text{BDI}\%}{100} \right] \text{ ou } \text{PV} = \text{CD}(1+b) \quad (2)$$

Sendo:

PV = Preço de Venda ou Orçamento

CD = Custo Direto ou Despesa Direta

BDI = Benefício e Despesa Indireta expresso em percentual

### Custos de obra: Custo Direto *versus* Custo Indireto

Para Dias (2011), o custo direto pode ser obtido pela soma dos insumos incorporados ao produto que dispõem de unidades de medidas facilmente mensuráveis, como: escavação,

concretagem, formas, entre outros. O mesmo se atesta em Tisaka (2010) e no TCU (2014) ao definirem como a somatória de todos os custos de materiais, equipamentos e mão de obra que podem ser devidamente identificados e mensurados.

Quanto ao custo indireto, tanto Dias (2011) quanto o TCU (2014) definem como sendo um custo de difícil mensuração, como: mão de obra administrativa, contas das concessionárias (energia, água, correio, telefone e etc.), fazendo com que as empresas criem critérios apropriando-se da taxa de Benefícios e Despesas Indiretas - BDI, (TISAKA, 2010).

Na concepção Dias (2011), o Benefício de Despesas Indiretas - BDI, pode ser obtido através da Equação 3:

$$\% \text{BDI} = \frac{\text{Custo Indireto Total} + \text{Resultado Estimado}}{\text{Custo Direto}} \quad (3)$$

Quanto aos encargos que compõem o preço de venda abordou-se neste artigo o encargo social ou encargo complementar, o que segundo Dias (2011) e o TCU (2014) são aqueles estabelecidos por lei, geralmente expressos como um percentual incidente sobre os salários. Entretanto a CEF (2014), estabelece subdivisões para tais encargos, sendo eles:

- I. **Grupo A** – Encargos Sociais Básicos, proveniente de legislação ou convenção coletiva de trabalho como: Previdência Social, Seguro Contra Acidente de Trabalho, entre outros.
- II. **Grupo B** – Encargos Sociais que recebem incidência do Grupo A como: repouso semanal remunerado, férias gozadas, feriados e 13º salário.
- III. **Grupo C** – Encargos Sociais sem a incidência do Grupo A, exemplo: Aviso prévio, férias vencidas (indenizadas), entre outras.
- IV. **Grupo D** – Reincidências de um grupo sobre outro.



Encontra-se ainda na literatura um quinto grupo, ou seja, **Grupo E**, porém os encargos deste grupo, devem incidir sobre o custo direto do serviço, pois estes, não são pagos em função do salário, (TCU, 2014).

Na abordagem de Tisaka (2010) o grupo E, pode ser obtido através da Equação 4:

$$E = \left[ \sum_{1}^n \frac{P_1 F_1 + P_2 F_2 + P_3 F_3 + \dots + P_n F_n}{N} \right] \frac{100}{S} \quad (4)$$

Sendo:

N = número de empregados na obra;

S = salário médio mensal;

P<sub>1</sub>, P<sub>2</sub>, P<sub>3</sub>,.....P<sub>n</sub> = Custo de cada um dos Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) ou de ferramentas manuais;

F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, F<sub>3</sub>,.....F<sub>n</sub> = Fator de utilização dos EPIs ou de ferramentas manuais, dado pela seguinte Equação 5:

$$F = \frac{t}{12 \times VU} \quad (5)$$

Sendo:

t = tempo de permanência do EPI ou da Ferramenta à disposição da obra;

VU = Vida útil do EPI ou Ferramenta manual em meses.

Considerando que o presente artigo não tem intuito de esgotar o entendimento sobre a engenharia de custo e suas metodologias, buscou-se identificar na literatura, trabalhos que abordem vertentes similares a este artigo, conforme demonstra-se no Quadro 1 abaixo:

Quadro 1– Artigos com foco na Engenharia de Custos

Variáveis	Síntese	Autores
Composição de custo de obra	Divergências relevantes tanto no que se refere aos itens que devem compor a planilha de serviços de uma obra como custos diretos, inclusive os encargos sociais, e os que devem fazer parte do Bônus e Despesas Indiretas – BDI	Carbonero, (2010)
Gestão de Estoque	Refere-se a verificação através da curva ABC para analisar as condições e necessidades dos estoques em relação aos itens que demandam maior consumo e valor financeiro.	Oliveira, (2011)
Impactos	Baseia-se no estudo dos impactos positivos e negativos que a aplicação da engenharia de custos tem na orçamentação das obras de construção civil.	Taves, (2014)
Precisão orçamentária	Refere-se ao orçamento planejado de um empreendimento com o real praticado, sinalizando ferramentas de coleta confiáveis como notas fiscais do exercício anterior praticado no empreendimento.	Duarte, (2012)
Viabilidade	Implica no acompanhamento de gestão das relações que as pessoas envolvidas no projeto estabelecem entre si, bem como suas tarefas, prazos e custos. Avaliando a partir desses parâmetros a gestão do projeto.	Rocha, (2009)

Fonte: Coletado pelos autores, (2016)

Indo além das vertentes, vislumbrou-se potenciais áreas de pesquisa que poderiam derivar do contexto deste artigo, como:

- Análise de eficiência dos EPIs, utilizando a técnica de análise envoltória de dados (durabilidade x marca x custo x modelo);
- Análise das modalidades de aquisição para o insumo EPIs
- Desenvolvimento de *software* para gestão de EPI com foco na aplicação de ferramentas estatística para estimativas de custo.

### Metodologia

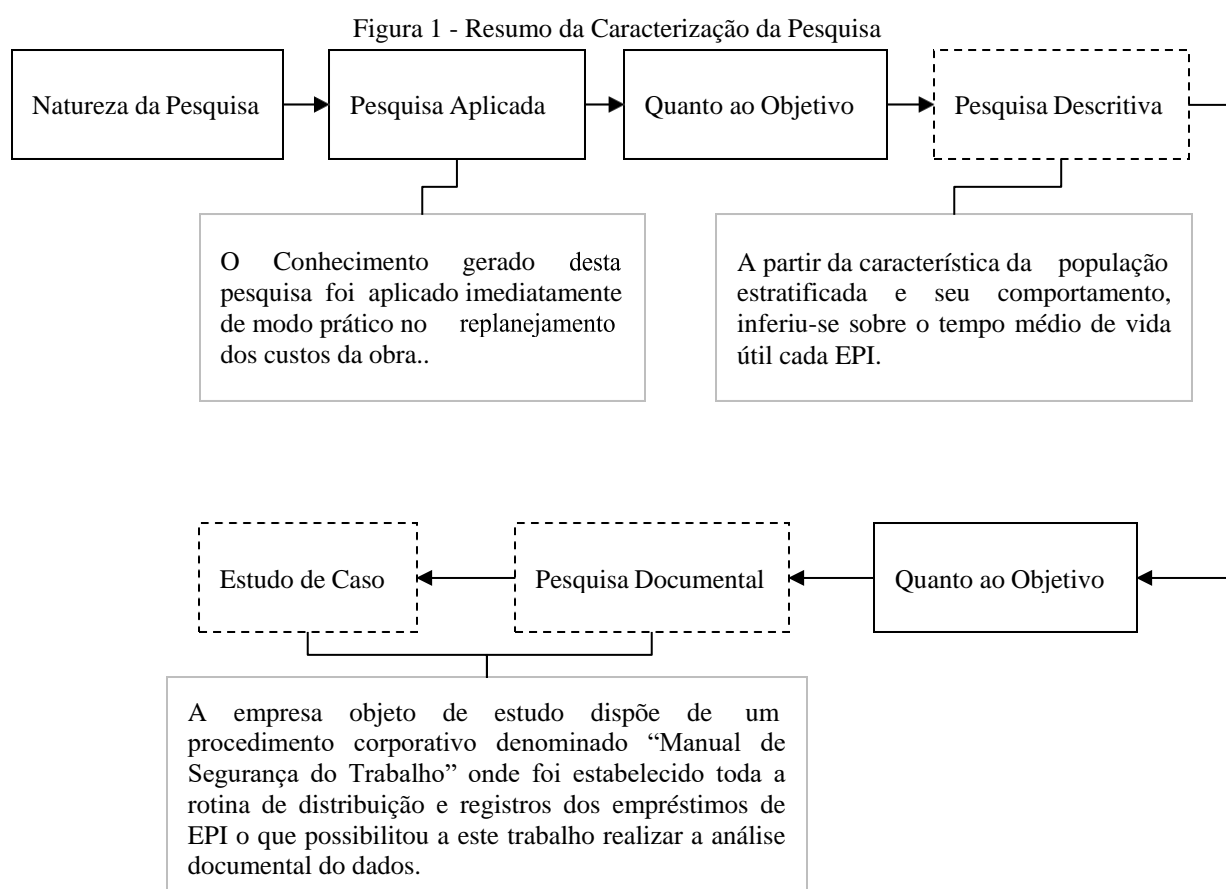
O presente estudo de caso fundamentou-se em dados quantitativos, cujo foco foi a durabilidade dos equipamentos de proteção individual utilizados pela construtora objeto do estudo, obtendo-se assim um histórico referencial para empresa consolidado em formato de banco de dados, o qual poderá ser utilizado em processos licitatórios futuros, (BARROS E LEHFELD, 2000).

Quanto a pesquisa descritiva, apurou-se e identificou-se aspectos comportamentais nas frequências de substituição dos EPIs variando entre estratos, (GIL, 2002).

Quanto a pesquisa documental foi alicerçada nas “Fichas de Controle de Equipamento de Proteção Individual”, documento este, emitido individualmente para cada empregado, onde se registra os empréstimos individual do EPI com anuência assinada do colaborador que o recebe. E por se tratar de um documento cuja existência é assegurada por força de lei, entendeu-se ser uma ferramenta de grande credibilidade para o artigo, (SILVA, 2004).

A pesquisa aplicada, contribuiu para uma aplicação imediata dos resultados na construtora possibilitando ao empreendimento replanejar seus custos com o insumo EPI, (BARROS E LEHFELD, 2000).

A Figura 1 apresenta um resumo das pesquisas supracitadas, aplicadas neste estudo de caso.



Fonte: Adaptado de Silva (2004).



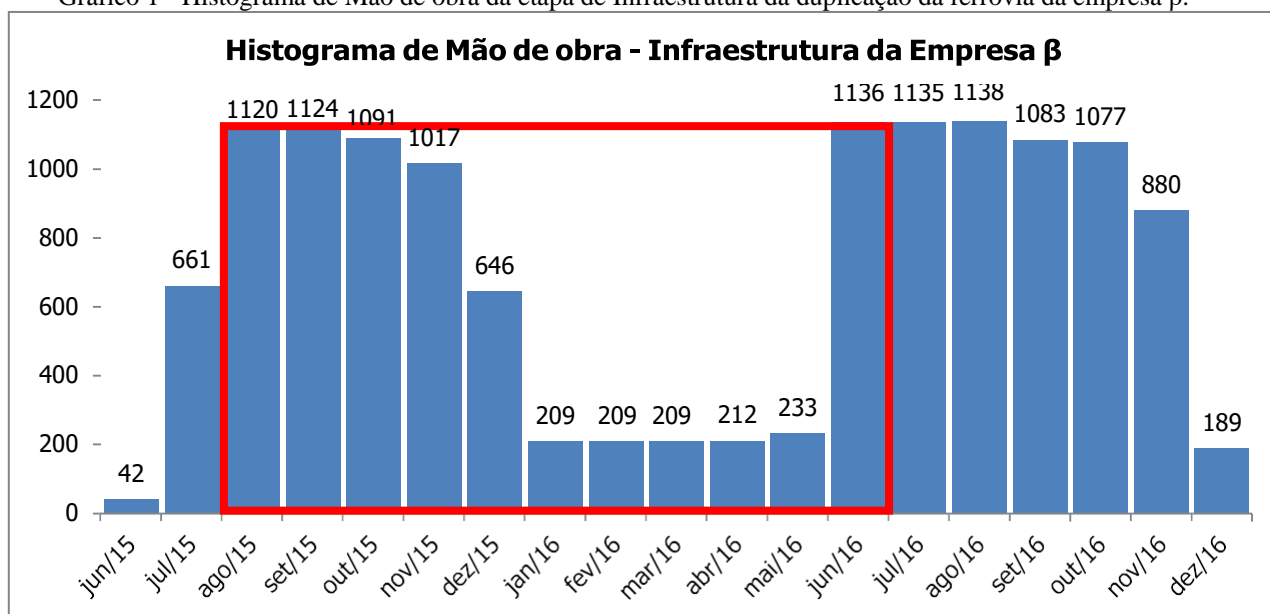
## Universo da pesquisa

Empregando a “Teoria da Curva de Agregação de Recursos”, conhecido na empresa como “Histograma de Mão de Obra”, concebido no ato do planejamento da obra, foi possível identificar o comportamento sazonal da mão de obra no empreendimento, permitindo assim escolher o melhor o período amostral significativo determinando assim o universo da pesquisa, observado no gráfico 1 abaixo, Kim e Ballard (2001)<sup>1</sup> citados por Kern (2005).

A leitura é feita da seguinte forma:

- O eixo X os meses de duração do empreendimento,
- O eixo Y o número de empregados.

Gráfico 1 - Histograma de Mão de obra da etapa de Infraestrutura da duplicação da ferrovia da empresa  $\beta$ .



Fonte: Cronograma Físico, constante do Plano de Gestão da Obra (Construtora  $\beta$ , 2016).

No período de junho de 2015 até novembro de 2016 já passaram por esta obra 2240 empregados. Com uma população finita é possível determinar o tamanho da amostra utilizando a Tabela 1 de Arkin e Colton (1995), a margem de erro adotada para este artigo foi de 10%, conforme demonstrado abaixo:

<sup>1</sup> KIM, Y; BALLARD, G. **Earned value method and customer earned value**. 2001. Tradução

Tabela 1 - Relação para determinar a amplitude de uma amostra tirada de uma população finita com margens de erro de 1%, 2%, 3%, 4%, 5% e 10% com intervalo de confiança de 95%.

Amplitude da população (universo)	Amplitude da amostra com as margens de erro indicadas					
	1%	2%	3%	4%	5%	10%
-1.000	...	...	...	...	222	83
1.000	...	...	...	385	286	91
1.500	...	...	638	441	316	94
2.000	...	...	714	476	333	95
2.500	...	1.250	769	500	345	96

Fonte: Arkin e Colton, (1995)

## Amostra

Definido o tamanho da amostra, inicia-se o processo de caracterização do tipo de amostra. Neste estudo optou-se pela amostragem proporcional estratificada, o que segundo Crespo (2002), é de grande interesse quando a população amostral se divide em subgrupos (estratos). Essa é uma subdivisão que ocorre em grupos de indivíduos que apresentam características semelhantes, compondo assim um estrato. Entretanto, os estratos apresentam comportamento diferentes uns dos outros, apesar de coexistirem no mesmo ambiente.

Balizando no setor de segurança do trabalho da obra, tem-se informação de que apesar de haver as funções iguais lotadas em diferentes estratos, elas não apresentam o mesmo comportamento de consumação de EPI. Esta discrepância se justifica pelo tipo e intensidade diferente de risco que se encontram expostos os indivíduos dos estratos, confirmando assim, ser essa uma das variáveis determinantes do comportamento.

Partindo da premissa acima, realizou-se a distribuição populacional dos estratos existentes na obra, relacionando os mais significativos na Tabela 2. É importante destacar que os estratos são mutuamente exclusivos, ou seja, cada indivíduo da população esteve incluído em apenas um estrato, garantido-se também que nenhum indivíduo da população ficasse de fora de um estrato.

Garantida as premissas supracitadas, determinou-se a participação percentual dos indivíduos de cada estrato em relação a distribuição populacional amostral (N), também demonstrada na Tabela 2 abaixo, (ANTUNES, 2011).

Tabela 2 - Distribuição Populacional

Estrato		Funções									Total
		Ajudante	Armador	Aux. de Topografia	Carpinteiro	Greidista	Montador	Motorista de Caminhão	Pedreiro	Topógrafo	
01 Montagem	Nº Absol.	-	-	-	-	-	10	-	-	-	10
	% Total	0	0	0	0	0	9,26	0	0	0	9,26
02 Transporte	Nº Absol.	-	-	-	-	-	-	6	-	-	6
	% Total	0	0	0	0	0	0	5,55	0	0	5,55
03 Topografia	Nº Absol.	-	-	9	-	2	-	-	-	3	14
	% Total	0	0	8,33	0	1,85	0	0	0	2,78	12,96
04 Manut. do Canteiro	Nº Absol.	-	1	-	2	-	-	-	1	-	4
	% Total	0	0,93	0	1,85	0	0	0	0,93	0	3,70
05 OAE – Obra de Arte Especial	Nº Absol.	17	14	-	20	-	-	-	20	-	74
	% Total	15,74	12,96	0	18,52	0	0	0	18,52	0	68,52
Total		17	15	9	22	2	10	6	21	3	108

Fonte: Elaborado pelos autores (2016), Adaptado de Antunes (2011)

Para fins de demonstração acadêmica, optou-se por utilizar o estrato 05, sendo este o mais significativo em questões de frequência de substituição dos EPI. Uma parte importante desta metodologia, está em manter o estrato e a amostra com tamanho proporcional a população, conforme demonstrado na Tabela 3, obtendo-se assim uma estratificação ótima, (FONSECA E MARTINS, 2008).

Tabela 3 - População Amostral

Estrato	Função	Setor	População		Amostra	
			N	%	n	%
1	Montador	Montagem	10	9,26	8	9,26
2	Motorista de Caminhão	Transporte	6	5,55	5	5,55
3	Auxiliar de Topografia	Topografia	9	8,33	8	8,33
3	Greidista	Topografia	2	1,85	2	1,85
3	Topógrafo	Topografia	3	2,78	3	2,78
4	Armador	Manutenção do canteiro	1	0,93	1	0,93
4	Carpinteiro	Manutenção do canteiro	2	1,85	2	1,85

Estrato	Função	Setor	População		Amostra	
			N	%	n	%
4	Pedreiro	Manutenção do canteiro	1	0,93	1	0,93
5	Ajudante	OAE – Obra de Arte Especial	17	15,74	15	15,74
5	Armador	OAE – Obra de Arte Especial	14	12,96	12	12,96
5	Carpinteiro	OAE – Obra de Arte Especial	20	18,52	18	18,52
5	Pedreiro	OAE – Obra de Arte Especial	20	18,52	18	18,52
5	Soldador	OAE – Obra de Arte Especial	3	2,78	3	2,78
<b>Total</b>			<b>108</b>	<b>100</b>	<b>96</b>	<b>100</b>

Fonte: Elaborado pelos autores (2016), Adaptado de Antunes (2011)

Caso o orçamentista não disponha do apoio de um setor de segurança do trabalho para lhe auxiliar na formação dos estratos, pode utilizar como recurso agrupar por funções da obra. Esta sugestão pode até mesmo ser uma opção de artigo, comparando o impacto financeiro entre ambas as metodologias.

### **Técnica de Coleta de dados**

Definido o tamanho das amostras, criou-se uma relação no excel com o nome de todos os indivíduos pertencentes ao estrato. Posteriormente, com o uso da função aleatório realizou-se o sorteio dos registros a serem adotados na tabulação. Esse método é o mais simples meio de coleta de dados, onde são realizados sorteios sucessivos dentro de cada estrato até que se complete o tamanho da amostra n. Essa técnica permite que a todas fichas de equipamento de proteção individual tenham a mesma probabilidade de serem sorteadas. Caso o sorteio não ocorra via *excel*, deve-se ter o cuidado de não retornar com a ficha sorteada para dentro do estrato. (FONSECA E MARTINS, 2008).

### **Resultados**

Após realizado os sorteios das fichas de EPIs, foi possível obter a relação dos equipamentos de proteção individual utilizados na obra, descritos no Quadro 2 que se segue. Embora apurado a existência de 34 tipos diferentes de EPIs, adotou-se como ilustração para este trabalho apenas 06, os quais se encontram negritados no Quadro 2. A escolha se baseou no equipamentos que apresentaram maior volume de substituição dentro das amostras.

Quadro 2 - Equipamentos de Proteção Individual utilizados na obra

1. Avental de Raspa com Manga	<b>2. Luva Nitrílica</b>
3. Bota de Borracha	<b>4. Luva Pigmentada</b>
<b>5. Botina de Segurança</b>	<b>6. Luva Vaqueta</b>
7. Calça Arco Elet. Classe I	8. Máscara de Solda
9. Calça de Seg. Motoserrista	<b>10. Óculos de Segurança</b>
11. Camisa Arco Elet. Classe I	12. Óculos Maçariqueiro
13. Camisa de Prot. Motoserrista	14. Perneira de Raspa C/ Velcro
15. Capa de Chuva	16. Perneira Rígida
17. Capacete de Segurança	18. Protetor Auricular Tipo Concha
19. Capuz de Soldador	20. Protetor Auricular Tipo Plug
21. Cinto Segurança Tipo Paraquedista	22. Protetor Facial
23. Colete Refletor com Velcro	24. Protetor Solar FPS 30
25. Conjunto Trevira	26. Respirador Descartável PFF1 / PFF2
27. Creme de Proteção (Luva Química)	28. Sapato de Segurança
29. Creme desengraxante	30. Suspensão para Capacete
<b>31. Luva de Raspa</b>	32. Talabarte C/Absorvedor
33. Luva de Seg. Baixa Tensão	34. Talabarte S/ Absorvedor

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

A técnica estatística que se segue consiste basicamente em construir uma tabela de frequências para todos os EPIs utilizados na obra, conforme os seguintes conceitos:

- Frequência absoluta, que refere-se ao número de vezes que o tempo de substituição aparece na amostra ou na classe.
- Frequência relativa, que representa o percentual das ocorrências de substituição dentro da classe em relação do total da amostra.
- Tendência Central: Tempo médio aritmético da classe, com maior representatividade percentual das ocorrências.

A partir dos conceitos acima, elaborou-se a Tabela 5, onde destaca-se apenas os intervalos de frequência mais e menos significantes, o intervalo mais significativo serviu de parâmetro de orçamentação.

Tabela 4 - Tabulações Estatísticas dos EPIs

Luva Vaqueta		Luva de Raspa		Luva Pigmentada	
IC	FR%	IC	FR%	IC	FR%
01 - 15	58,03%	01 - 15	68,57%	01 - 15	52,80%
64 - 306	< 2,00%	32 - 144	< 3,00%	64 - 264	< 3,00%

Luva Nitrílica		Botina Segurança		Óculos Segurança	
IC	FR%	IC	FR%	IC	FR%
01 - 15	31,67	16 - 17	< 5,00	1 - 15	10,67
48 - 79	< 4,00	64-191	< 10%	112-191	< 3,00
		192-306	23,81		

Legenda:  - Intervalo Significante, adotado como premissa de orçamentação.  
 IC – Intervalo da Classe.  - Intervalos Insignificantes.  
 FR - Frequência Relativa.

Fonte: Elaborado pelos autores (2016)

A partir dos intervalos de classe significativos determinou-se a sua tendência central, adotando o resultado como parâmetro de temporalidade a ser aplicado no orçamento. Esta prática aumenta a confiabilidade da estimativa, devido ao fato de ser mais restritivo. Um comparativo deste parâmetros pode ser conferidos na Tabela 6, a seguir:

Tabela 5 - Parâmetros de temporalidade de substituição

EPIs	Período de Substituição estimado em dias.	Período de Substituição adotado na licitação.	Período de Substituição das Amostras (Tendência Central)	Período de Substituição adotado para reorçamento.
Luva Vaqueta	15 dias	02 Semanas	08 dias	01 Semana
Luva Nitrílica	30 dias	01 Mês	08 dias	01 Semana
Botina de Segurança	180 dias	06 Meses	250 dias	10 Meses
Óculos de Segurança	90 dias	03 Meses	08 dias	01 Semana
Luva Pigmentada	08 dias	01 Semana	08 dias	01 Semana
Luva de Raspa	30 dias	01 Mês	08 dias	01 Semana

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

Adotado os parâmetros da Tabela 6, copiou-se no Gráfico 2 que se segue, um segundo comparativo referente ao custo mensal de cada função do estrato 05. De acordo com o gráfico se faz necessário um reajuste médio de 55% no custo mensal de cada função do estrato, de forma a equilibrar o orçamento da obra em seu replanejamento.

A equação 06 abaixo, foi utilizada no *excel* para se compor a memória de cálculo do custo mensal.

$$CM1 = \left[ \sum \left( \frac{PF \times Cu1}{FS1 \times PF} \right) + \left( \frac{PF \times Cu2}{FS2 \times PF} \right) + \dots + \left( \frac{PF \times Cu_n}{FS_n \times PF} \right) \right] \times E \quad (6)$$

Onde

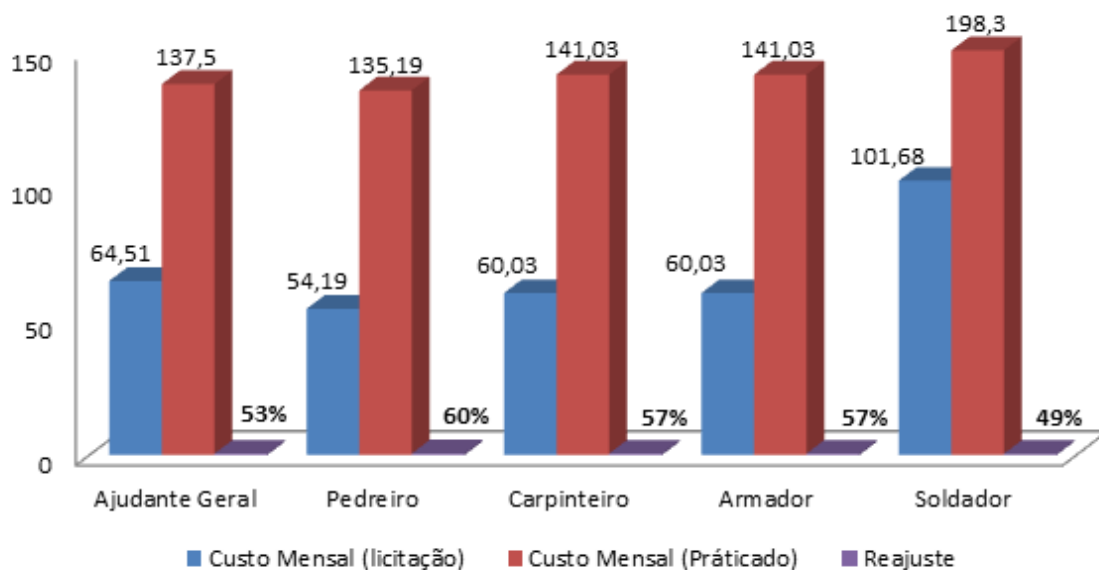
CM1 = Custo mensal da função XXX (Reais)

PF = Permanência da função na obra (meses)

FS = Frequência de substituição do EPI (meses)

E = Quantidade de Empregados na função XXX

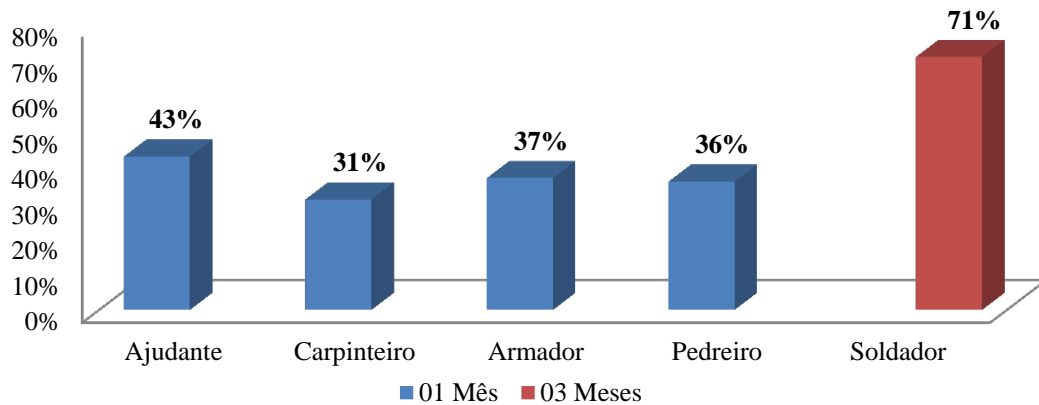
Gráfico 2 - Comparativo de custo mensal



Fonte: Elaborado pelo Autores (2016)

Um segundo ponto relevante que impacta de forma significativa no custo do EPIs, é o absentéismos ou turn-over, no Gráfico 3 que se segue, copilou-se o tempo médio de permanência das funções do estrato na obra.

Gráfico 3 - Tempo de permanência da função no estabelecimento



Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

Conforme observado, em 43% dos casos os empregados lotados na função Ajudante permanecem apenas 30 dias no estabelecimento, ocasionando a necessidade de reposição de mão de obra e assim gerando um impacto financeiro significativo com treinamento, exames médicos, alimentação e EPI. Em contra partida a função de Soldador com maior nível de qualificação permanece mais tempo na obra, com 71% dos funcionários permanecendo no mínimo 90 dias. Esta informação implica no fato que alguns dos EPIs que estes funcionários recebem acabam sendo descartados na obra sem nenhum critério de avaliação ou possibilidade de higienização para reaproveitamento. Outros no entanto, nem mesmo possuem esta possibilidade como é o caso dos cremes de proteção e luvas mais frágeis.

Uma solução para se atenuar tal custo é considerar o índice de turn-over, sobre o custo mensal, aplicando a equação 7, a seguir:

$$R = \frac{CM1}{Tx} \times 100 \quad (7)$$

Onde:

CR1 = Custo de reposição

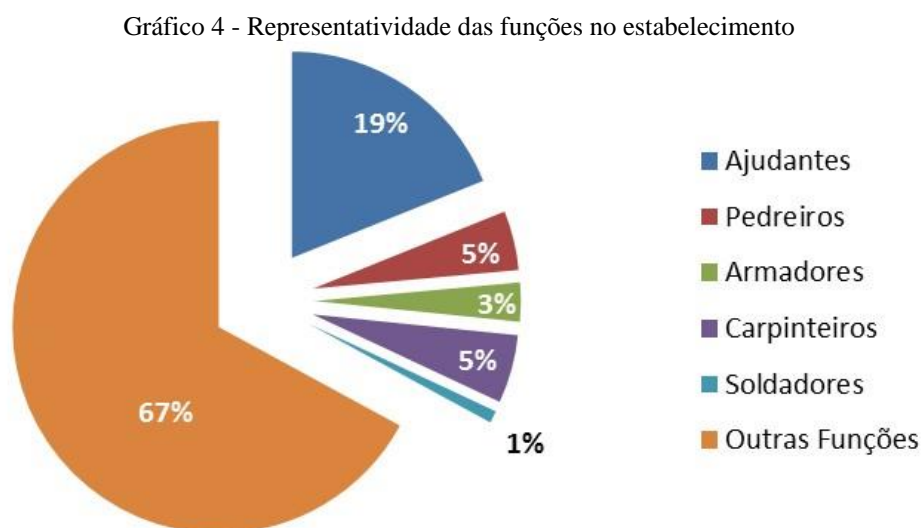
CM1 = Custo mensal da função xxx com EPI;

Tx = Taxa de turnover da função xxx.

Apesar dos custos mensais se apresentarem com necessidade de reajuste significativos, é importante destacar que o cenário pode ser ainda mais preocupante, já que este estudo de caso



apurou apenas 33% das funções do estabelecimento, conforme demonstrado no Gráfico 4 abaixo:



Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

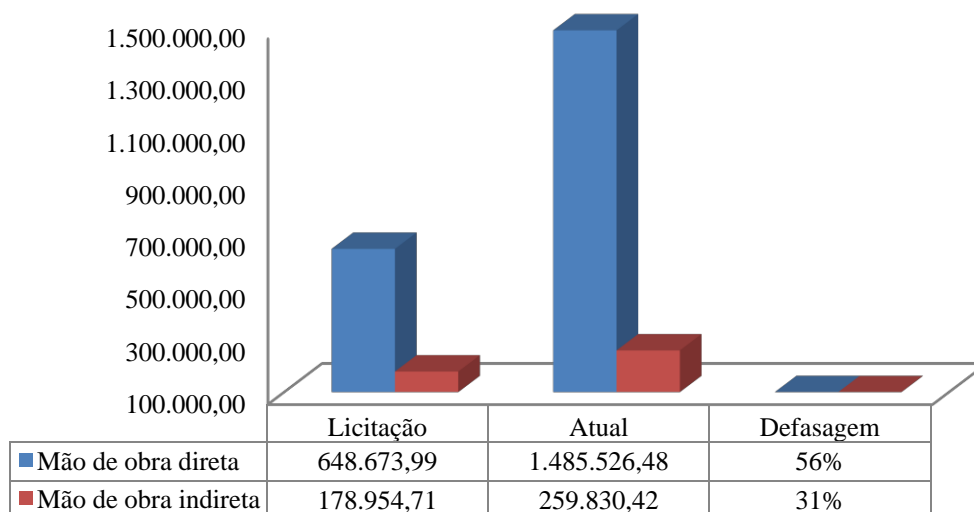
Para análise do impacto financeiro, utilizou-se a Equação 8 para compor o custo total com EPI a partir de parâmetros de temporalidade adotados na licitação *versus* custo total obtido a partir da temporalidade apuradas neste artigo. Não se considerou nessa análise o custo de reposição. Os resultados foram compilados no Gráfico 5 a seguir:

$$CT = \sum_{i=1}^n (M_1 + M_2 + \dots + M_n) \quad (8)$$

Onde :

CT = Somatório do custo mensal dos estratos

Gráfico 5 - Comparativo de Impacto Financeiro



Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

Como visto o estabelecimento apresentou uma defasagem acumulada em despesas com EPI de 87% o que gerou um impacto financeiro de R\$ 917.728,20. Considerando que o estabelecimento se encontra em atividade este impacto tende a aumentar se nenhuma decisão estratégica for tomada.

Uma solução para tal cenário, seria a compra em grande escala, ou seja, negociar valores competitivos em função do grande volume previsto a ser consumido. Segundo o setor de suprimentos essa modalidade de aquisição não é praticada para este tipo de insumo, apenas a compra no varejo para reposição imediata. No entanto a Tabela 7 que se segue, demonstra como essa mudança de modalidade de aquisição pode ser vantajosa e auxiliar na redução de custo. Destaca-se que na elaboração da tabela foi considerado o horizonte de existência da obra conforme seu cronograma físico, além de tomar como parâmetro quantidade real de empregados nas funções do estrato até o mês de novembro de 2016 e assim simulou-se a consumação prevista, a partir dos parâmetros de temporalidade substituição dos EPIs apurados neste artigo.



Tabela 6 - Análise de viabilidade econômica para aquisição de escala

EPIs	Consumação Prevista	Custo Unitário (R\$)	01º Custo Total (R\$)	Faixa de produção negociável	02º Custo Total (R\$)	Total (R\$)	% (Desconto)
Luva Nitrílica	6.340	7,40	46.916,00	> 3.000 Unid.	4,80	30.432,00	35,14%
Botina de Segurança	317	35,00	11.095,00	> 200 Pares	29,00	9.193,00	17,14%
Luva Vaqueta	6.340	7,50	47.550,00	> 3.000 Unid.	4,00	25.360,00	46,67%
Óculos de Segurança	6.340	4,20	26.628,00	> 3.000 Unid.	3,50	22.190,00	16,67%
Luva de Raspa	6.340	6,05	38.357,00	> 3.000 Unid.	4,00	25.360,00	33,88%
Total	25.677	-	<b>170.546,00</b>	-	-	<b>112.535,00</b>	-
Desconto Acumul.							<b>66%</b>
Economia							<b>R\$58.011,00</b>

Fonte: Elaborado pelos Autores (2016)

Nota-se que enquanto a defasagem de orçamento do insumo EPIs no estabelecimento chega a 87% a modalidade proposta considerando apenas o estrato amostrado, permite uma economia acumulada de 66%, reduzindo consideravelmente o desvio orçamentário.

## Conclusão

O presente artigo teve como intenção propor uma metodologia de composição de custo, que pudesse ser aplicada como umas das técnicas da engenharia de custos, empregando-a na orçamentação dos encargos complementares, em especial, aos equipamentos de proteção individual. Esta metodologia se mostrou mais fundamentada do ponto de vista técnico, eliminando assim estimativas arbitrárias e subjetivas.

Ainda que este insumo represente uma despesa próxima a 2 milhões de reais, ele não recebeu a devida atenção dos orçamentista, por representar pouco mais de 0,5% do custo total da obra. Porém, o que se espera com este artigo é demonstrar que este insumo pode oferecer um diferencial competitivo ao se manipular os parâmetros de temporalidade de substituição dos EPIs, claro que sempre dentro das devidas margens de segurança estatística, podendo assim ser este um item que pode vir a contribuir nas etapas de leilões licitatórios.

Desse modo, conclui-se ser uma metodologia satisfatória do ponto de vista técnico, podendo a empresa, objeto de estudo deste artigo, adotar os parâmetros aqui estabelecidos como referência

para futuros processos licitatórios. No entanto é de extrema importância o gerenciamento deste custo durante a execução da obra ajustando-o conforme realidade local. A opção de não fazê-lo mostrou-se arriscada ao se registrar uma defasagem de 87% do custo previsto para o realizado.

Por fim, a proposta no modelo de aquisição do insumo demonstrou-se eficiente, beneficiando a obra com uma economia acumulada significativa. Além é claro que a descoberta de um desvio orçamentário de forma prévia permite as lideranças estratégicas da obra traçar planos de viabilidade econômica para ajustar as defasagem ao orçamento.

## Referências

ANTUNES, R. **Sondagens e Estudos de Opinião**. Amostragem aleatória estratificada. 2011. Disponível em: <<https://sondagenseestudosdeopiniao.wordpress.com/amostragem/amostras-probabilisticas-e-nao-probabilisticas/amostragem-aleatoria-estratificada/>> Acesso em: 29 mar. 2016.

ARKIN, Herbert.; COLTON, Raymond R.. **Tables for Statisticians**. 2.ed. Brasília: SEBRAE, 1995.

BARROS, A. J. S.; LEHFELD, N. A. S. **Fundamentos de metodologia**: um guia para a iniciação científica. 2. ed. São Paulo: Makron Books, 2000.

BRASIL. Portaria n.º 3.214, 08 de junho de 1978b. Aprova as Normas Regulamentadoras - NR - do Capítulo V, Título II, da Consolidação das Leis do Trabalho, relativas à Segurança e Medicina do Trabalho. Disponível em <<http://www.camara.gov.br/sileg/integras/839945.pdf>> Acesso em: 30 mar. 2016.

. Lei nº 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o Art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. Disponível em <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L8666cons.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8666cons.htm)>. Acesso em: 25 mar 2016.

CEF. Sistema nacional de pesquisa de custos e índices da construção civil. **Manual de metodologias e conceitos**. 2 jun. 2014.

CARBONERO, Georgina. **Orçamentos de obras públicas**: Parâmetros de composições do bônus e despesas indiretas – bdi, incidentes sobre as despesas diretas e dos encargos sociais e trabalhistas, incidentes sobre a mão- de-obra, referentes às obras da secretaria de estado de obras públicas do Paraná – SEOP PR. Disponível em:

<<https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwj7ruCHvIXQAhWruCHvIXQAhW8QFggeMAA&url=http%3A%2F%2Facervodigital.ufpr.br%2Fbitstream%2Fhandle%2F1884%2F34374%2FCARBONERO%2C%2520GEORGINA.pdf%3Fsequence%3D1&usq=AFQjCNGi-KdK9X3aqFO9e12gNqH17Ix9VA&sig2=g-ruFZ8H5B7IWuvRZXGoYg&cad=rja>>. Acesso em: 28 de out de 2016

CONSTRUTORA β. **Plano de Gestão de Obra**, 2016. Belo Horizonte, 2016.

CRESPO, Antônio Arnot. **Estatística Fácil**. São Paulo: Saraiva, 2002. Disponível em: <[www.institutounibam.edu.br/academico](http://www.institutounibam.edu.br/academico)> Acesso em: 17 maio 2016.

DIAS, Paulo Roberto Vilela. **Engenharia de custos**: metodologia de orçamento para construção civil. 9. ed. Paraná: Copiare, 2011. Disponível em: <[paulorobertovileladias.com.br/wp/downloads/Engenharia%20de%20custos.pdf](http://paulorobertovileladias.com.br/wp/downloads/Engenharia%20de%20custos.pdf)> Acesso em: 13 abr. 2016.

DUARTE, Lucas Santos. **Desenvolvimento de planilha eletrônica genérica para orçamento de obras residenciais de pequeno porte**. Curitiba, 2012. Disponível em: <

[http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/1274/1/CT\\_GEOB\\_XVII\\_2011\\_18.pdf](http://repositorio.roca.utfpr.edu.br:8080/jspui/bitstream/1/1274/1/CT_GEOB_XVII_2011_18.pdf) > Acesso em: 28 de out de 2016.

FONSECA, Jairo Simon da; MARTINS, Gilberto de Andrade. **Curso de estatística**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GONZALEZ, Marco Aurélio Stumpf. **Noções de Orçamento e Planejamento de Obras**. Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Ciências Exatas e Tecnológicas, São Leopoldo, 2008. Notas de aula. Disponível em: <[https://www.grancursospresencial.com.br/novo/upload/ORCAMENTO\\_PLANEJAMENTO\\_OBRAS\\_14\\_05\\_2010\\_20100514171559.pdf](https://www.grancursospresencial.com.br/novo/upload/ORCAMENTO_PLANEJAMENTO_OBRAS_14_05_2010_20100514171559.pdf)> Acesso em: 15 abr. 2016.

KERN, Andrea Parisi. Proposta de um planejamento e controle de custos de empreendimentos de construção. Tese de Pós-Graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005. Disponível em <<http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/5722>> Acesso em: 13 maio 2016.

MARCONDES, Fernando. As incertezas do cenário atual e o futuro do setor de construção e infraestrutura. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE O DIREITO DA CONSTRUÇÃO, 3., 1 nov. 2014, Brasília. **Anais eletrônicos...** Brasília. Disponível em: <<http://www.cbic.org.br/sala-de-imprensa/noticia/as-incertezas-do-cenario-atual-e-o-futuro-do-setor-de-construcao-e-infraest>> Acesso em: 28 mar. 2016.

OLIVEIRA, Carla Milanesi de. Curva ABC na gestão de estoque. IN: III ENCONTRO CIENTÍFICO E SIMPÓSIO DE EDUCAÇÃO UNISALESIANO, 17 a 21 de out de 2011, Lins. **Anais eletrônicos...** Brasília. Disponível em: < <http://www.unisalesiano.edu.br/simposio2011/publicado/artigo0075.pdf>> Acesso em: 28 de out de 2016.

ROCHA, Nelson Fernando Cabeda. **Análise de sensibilidade dos estudos de viabilidade na construção de empreendimentos**, 2009. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiKahU\\_voXQAhUHMSYKHUQvBUAQFggpMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.ordemengenheiros.pt%2Ffotos%2FFedito2%2Fcdn%2Fespecializacoes%2F15\\_000142432.pdf&usq=AFQjCNHGJKMIQG3Mb0JPOWja1aT-srEYkA&sig2=P1zQAhmzFEb\\_SCinM0g8Xw](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=3&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiKahU_voXQAhUHMSYKHUQvBUAQFggpMAI&url=http%3A%2F%2Fwww.ordemengenheiros.pt%2Ffotos%2FFedito2%2Fcdn%2Fespecializacoes%2F15_000142432.pdf&usq=AFQjCNHGJKMIQG3Mb0JPOWja1aT-srEYkA&sig2=P1zQAhmzFEb_SCinM0g8Xw)>. Acesso em 28 de out de 2016.

SILVA, C. R. do. **Metodologia do trabalho científico**: guia prático. Fortaleza: Centro Federal de Educação Tecnológica do Ceará, 2004.

SESI. Serviço Social da Indústria. Departamento Regional da Bahia. Legislação Comentada: **Normas Regulamentadoras de Segurança e Saúde do Trabalho**. Salvador, 2008.

SICEPOT. **Cenário da Construção Pesada em Minas Gerais**, marc 2016. Disponível em: <<http://www.sicepot-mg.com.br/imagensDin/arquivos/8295.pdf>> Acesso em: 17 de nov de 2016.

SPINELLI, Mário Vinícius Claussen; LUCIANO, Vagner de Souza. **Apostila Licitação e contratos**. Controladoria Geral da União. Brasília: CGU, 2012. Disponível em: <[licitacoes.ufsc.br/files/.../Apostila-de-Licitacoes-e-Contratos-Administrativos-CGU.pdf](http://licitacoes.ufsc.br/files/.../Apostila-de-Licitacoes-e-Contratos-Administrativos-CGU.pdf)> Acesso em: 18 mar. 2016.

TAVES, Guilherme Gazzoni. **Engenharia de custos aplicada à construção civil**. Disponível em: <[https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiUhpKNvoXQAhhU1QKHRxMCS0QFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fmonografias.poli.ufrj.br%2Fmonografias%2Fmonopoli11001147.pdf&usq=AFQjCNHL-iQCf\\_PgLT\\_ymC1dNksj1NLeBg&sig2=w18qVvtPG4AXvgAkMR-Jwg&bvm=bv.137132246,d.cGw&cad=rja](https://www.google.com.br/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=1&ved=0ahUKEwiUhpKNvoXQAhhU1QKHRxMCS0QFggcMAA&url=http%3A%2F%2Fmonografias.poli.ufrj.br%2Fmonografias%2Fmonopoli11001147.pdf&usq=AFQjCNHL-iQCf_PgLT_ymC1dNksj1NLeBg&sig2=w18qVvtPG4AXvgAkMR-Jwg&bvm=bv.137132246,d.cGw&cad=rja)>. Acesso em: 28 de out de 2016.

TISAKA, Maçahiko. **Orçamento na construção civil**: consultoria, projeto e execução. São Paulo: Pini, 2010.

TCU. TRIBUNAL DE CONTAS DA UNIÃO. **Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas**. Tribunal de Contas da União, Coordenação-Geral de Controle Externo da Área de Infraestrutura e da Região Sudeste. Brasília: TCU, 2014.

VALE. **O caminho onde passa a nossa riqueza**. 2016. Disponível em: <<http://www.vale.com/brasil/pt/initiatives/innovation/carajas-railway/paginas/default.aspx>>. Acesso em: 1 abr. 2016.