XIX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído
ENTAC 2022

Ambiente Construído: Resiliente e Sustentável
Canela, Brasil, 9 a 11 novembro de 2022

Orçamentação Paramétrica de Esquadrias Especiais: Estudo De Caso

Parametric Budgeting of Special Casings: A Case Study

Kinderman de Araújo Vilanova
Universidade de Brasília | Brasília-DF | Brasil | kindaraujo@gmail.com
Eduardo de Oliveira Dias
Universidade de Brasília | Brasília-DF | Brasil | edu100dias@gmail.com
Roberta Bastos de Oliveira
Universidade de Brasília | Brasília-DF | Brasil | robertab.o@hotmail.com
Lissa Gomes Araújo
Universidade de Brasília | Brasília-DF | Brasil | lissagomesaraujo@gmail.com
Michele Tereza Marques Carvalho
Universidade de Brasília | Brasília-DF | Brasil | micheletereza@gmail.com

Resumo

Edificações especiais impõem regras de funcionamento aos usuários, associadas à procedimentos de segurança e operação. Para cumprir essas funções, costumam-se exigir esquadrias sob encomenda adequadas às especificações de segurança. O presente trabalho propõe uma metodologia para extração de quantitativos e orçamentação paramétrica de esquadrias sob medida para edificações. A metodologia desenvolvida consistiu no cálculo da mão de obra em função do peso e da dimensão das esquadrias, e a precificação dos insumos segundo priorização de bases orçamentárias. A metodologia apresentada otimizou o processo de estimativas de custos, especialmente nas fases preliminares de projeto, excluindo a necessidade de cotações externas.

Palavras-chave: Orçamento. Metodologia. Parametrização. Esquadrias. Mão de Obra.

Abstract

Special edifications impose operation rules to its users, associated with security procedures. To fulfil these requirements, it is customary to order castings on demand, suitable to the aimed level of security. This work presents a methodology to quantify materials and estimate the cost of on demand casings to edifications. The methodology includes the extrapolation of labour quantities based on the final weight of the iron casings and its dimensions, and the budgeting based on unit cost compositions from budgeting databases. The methodology has optimized the budgeting process in the early stages of project development, without the need for external quotation.

Keywords: Budgeting. Methodology. Parametrization. Casings. Labor.

VILANOVA, K.; DIAS, E.; OLIVEIRA, R.; ARAUJO, L.; CARVALHO, M. Orçamentação Paramétrica de Esquadrias Especiais: Estudo de Caso. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 19., 2022, Canela. **Anais**... Porto Alegre: ANTAC, 2022. p. 1-12.

INTRODUÇÃO

O orçamento visa estimar, sob determinadas circunstâncias, o custo para a execução de um empreendimento, de tal modo que esteja caracterizado de maneira assertiva, garantindo uma melhor tomada de decisões sobre a obra [1]. Cada orçamento é único e deve refletir com precisão a natureza de uma obra e suas particularidades.

Alguns custos relativos ao empreendimento podem ser obtidos de forma direta, como custos de materiais e equipamentos, mas outros são de obtenção difícil ou imprecisa, tornando-se necessário fazer pesquisas de custo mais aprofundadas. É o exemplo de elementos sob demanda, que fogem de medidas e especificações de mercado, assim como custos como mão de obra, que varia com a produtividade. Porém, esse custo deve ser estudado e estimado, e o desenvolvimento de metodologias coerentes e precisas de orçamentação é a chave para um bom controle e sucesso na execução de um projeto [2].

As esquadrias, aparatos e suportes são exemplos aplicáveis nessa perspectiva. Em geral, trata-se de itens de grande capacidade de personalização, seja em dimensões, especificações, fabricação, finalidade, uso e necessidades da construção. Por isso, embora se observe uma grande variedade destes itens nas bases orçamentárias, a probabilidade de coincidir com o especificado para a obra diminui à medida que a natureza do projeto se torna mais específica.

Além disso, em fases preliminares de projeto, torna-se mais difícil requerer propostas de cotações externas sobre itens especiais, visto que o escopo do produto ainda pode mudar e, em geral, tais propostas têm prazo curto de validade. Ao mesmo tempo, quanto mais se avança na execução de um projeto, mais difícil se torna controlar os custos em função de alterações [3]. Por isso, é importante que se elabore orçamentos mais precisos, desde as fases preliminares.

As esquadrias descritas neste trabalho foram orçadas para um projeto de edificações especiais ou complexas. Também podem ser chamadas “totais”, por submeterem seus usuários a regras de funcionamento e uso. Entram nessa categoria hospitais, instituições de ensino, edificações penais, entre outras [4]. Os critérios de segurança exigidos por tais edificações geram demandas construtivas únicas.

No Brasil, tais edificações são alvo de licitações públicas, o que as submete também a regras de orçamentação específicas. Como muitos governos em todo o mundo, o setor público brasileiro tem encontrado desafios em manter seus projetos dentro do orçamento, no prazo e nos padrões de qualidade desejados. Inconsistências nas estimativas preliminares são uma das principais causas dos projetos não conseguirem alcançar seus objetivos pré-determinados [5]. O desenvolvimento de metodologias de orçamentação com base em parâmetros se mostra então essencial para a redução de erros que trazem consequências indesejadas para o andamento do projeto [6].

Ainda no contexto brasileiro, estão disponíveis índices de custo de vasta aceitação como o custo unitário básico de construção (CUB) e o custo médio do metro quadrado na construção civil, mantidos respectivamente pelos Sindicatos da Indústria da Construção Civil (Sinduscon) e pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE)

em conjunto com Caixa Econômica Federal. Porém, ambos são generalistas em suas aplicações, se tornando imprecisos quanto utilizados em tipologias construtivas muito específicas [7]. Sendo assim, a temática da orçamentação paramétrica ainda deixa espaço para aprofundamento.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho é propor uma metodologia de orçamentação paramétrica de esquadrias, e aplicá-la em um modelo de esquadria fabricada sob medida, sem a necessidade de recorrer a cotações em fases iniciais da orçamentação. A metodologia desenvolvida pode ser aplicada a situações envolvendo itens especiais e personalizados, como por exemplo, esquadrias, aparatos, suportes e afins. Ao fim da apresentação do método, foi proposto um índice de custo por peso da esquadria-exemplo, visto que a mesma é constituída majoritariamente por itens metálicos, tipicamente caracterizados por seu peso específico. Tal procedimento tem o potencial de aumentar a precisão de orçamentos elaborados em fases iniciais de projeto, tornando-os ferramentas assertivas de gerenciamento.

METODOLOGIA

Esta metodologia apresentou o método de orçamentação paramétrica de esquadrias que foi utilizado no estudo de caso e que é também a proposição deste trabalho, na tentativa de otimizar o uso do limite de palavras. Partiu-se da estimativa de custo de cada insumo que compõe a esquadria, utilizando parâmetros como área, volume, comprimento e quantidades do item. As medições de tais parâmetros permitiram ponderações de custo com insumos similares existentes em bases de custo, quando não foi possível encontrar o insumo exatamente como especificado no projeto arquitetônico. Após obter o custo por insumo, foi obtido o peso individual dos insumos por fatores de conversão (kg por metro, kg por área, entre outros) e o peso total da esquadria foi utilizado para cálculo da mão de obra associada à sua fabricação. O dado do peso total da esquadria também permitiu analisar a necessidade de guinchos para transporte e fabricação do item.

Entre as fontes utilizadas para cálculo dos pesos dos insumos, coeficientes de produtividade de mão de obra e coeficientes de conversão de área para peso, volume para peso, entre outros, foram utilizados catálogos técnicos de fornecedores e fabricantes. Contou-se também com cadernos técnicos, quando disponíveis, das bases de composições de custo unitário.

Foi dada prioridade à base SINAPI (Sistema Nacional de Pesquisa de Custos e Índices da Construção Civil), visto que as edificações especiais são alvo de licitações públicas, e o SINAPI é o sistema de referência de custos oficial para a orçamentação de obras com recursos federais [7]. Além da base SINAPI, foram utilizadas outras bases de abrangência nacional, como SICRO (Sistema de Custos Referenciais de Obras) e SBC (regulado pela empresa STABILE – SBC Sistemas e Consultoria de Custos), como também de abrangência regional – CPOS (Companhia Paulista de Obras e Serviços), SEINFRA (Secretaria de Estado da Infraestrutura) do Ceará, ORSE (Sistema de Orçamentos de Obras de Sergipe), entre outros.

A seguir, apresenta-se os recursos e técnicas utilizadas no estudo. A metodologia foi esquematizada na Tabela 1, e explanada em detalhes nos subtópicos.

Tabela 1: Etapas da metodologia do processo de orçamentação.

Etapa 1	Etapa 2	Etapa 3	Etapa 4
Extração da modelagem arquitetônica	**Pesquisa dos insumos em bases orçamentárias**	**Obtenção dos coeficientes de mão de obra**	**Finalização da composição da esquadria**
Identificação dos perfis e listagem dos insumos existentes na esquadria	Seleção dos insumos com base nos critérios discutidos	Cálculo e aplicação dos coeficientes de mão de obra	Cálculo do custo total da composição de esquadria
Extração dos quantitativos do modelo	Identificação dos coeficientes de conversão para kg de cada insumo		

Fonte: Os autores.

EXTRAÇÃO E SELEÇÃO DE INSUMOS E COMPOSIÇÕES

Primeiramente, foi feita a listagem de materiais utilizados na esquadria a partir do detalhamento do projeto arquitetônico e em seguida, foi feita a extração dos quantitativos em suas respectivas unidades de medidas. A extração de quantitativos envolveu principalmente a medição da metragem linear dos insumos, por exemplo o comprimento de barras chatas e cantoneiras.

De posse dos dados extraídos, utilizou-se o *software* OrçaFascio para a pesquisa dos custos dos insumos. A partir do contexto de obra pública e a fim de estar em conformidade com o Decreto Federal nº 7.983/2013 [8], utilizou-se como base orçamentária prioritária o SINAPI.

Para estimar o custo dos insumos não encontrados no SINAPI, foram priorizadas outras bases federais como SICRO e SBC. Quando, mesmo após esse processo, o insumo não era encontrado, então a busca foi repetida, procurando um item imediatamente superior em dimensões. Partiu-se da premissa de que quanto maiores as dimensões, maior o custo do insumo, evitando a possibilidade de um orçamento abaixo do valor real. Por outro lado, é possível que não exista nas bases um item que esteja imediatamente acima em dimensões e, portanto, ao escolher um muito superior pode culminar em uma estimativa muito acima do valor real, impactando consideravelmente o orçamento.

Dessa forma, sugere-se identificar um insumo com a metade (ou um terço) das dimensões e duplicar (ou triplicar) o custo nas planilhas de orçamento. Essa alternativa deve ser feita com cuidado, com o objetivo de evitar estimativas demasiadamente altas ou baixas, mas se documentadas e justificadas, auxiliam no processo de orçamento preliminar.

Vale destacar que a maioria dos insumos usados nas esquadrias são diferentes barras de aço, que é um insumo que varia aproximadamente e linearmente de acordo com seu peso. Em alguns casos, pode-se também requerer a cotação de insumos mais específicos não encontrados em nenhuma das bases orçamentárias existentes (fechaduras, travas, entre outros).

Após o processo de seleção e listagem dos insumos, foram pesquisados seus coeficientes de conversão (taxa de aço/ferro por unidade de medida), a fim de calcular o peso final da esquadria e assim precisar o cálculo de mão de obra em função do peso dela. Eventualmente, tais coeficientes são disponibilizados pela própria base de dados na descrição do insumo. Caso contrário, pode-se encontrar essas especificações com fabricantes e em tabelas disponibilizadas nos documentos de especificações técnicas dos materiais.

DA OBTENÇÃO DOS COEFICIENTES DE MÃO DE OBRA

Para esta etapa, foi utilizado também a mesma ordem de prioridade das bases orçamentárias. Encontrou-se na base SBC uma referência consistente que permitiu ser extrapolada para o estudo de caso, apresentando mão de obra de soldagem e montagem de aço, inerentes ao processo de fabricação das esquadrias.

Sendo assim, as composições 040272 da base SBC (Sistema Boletim de Custos) (Perfil quadrado chapa aço 3/8"15 x 15cm (44,817kgf/m – Tabela 2) e 92568 do SINAPI (Trama de aço composta por ripas, caibros e terças para telhados de até 2 águas para telha de encaixe de cerâmica ou de concreto, incluso transporte vertical – Tabela 3) foram utilizadas como ponto de partida.

Tabela 2: Composição SBC 040272 - Perfil quadrado chapa aço 3/8""-15xl5cm-(44,817kgf/m).

Código	Descrição	Coeficiente
88317	Soldador com encargos complementares	0,914
88243	Ajudante especializado com encargos complementares	2,846
88278	Montador de estrutura metálica com encargos complementares	2,849
88243	Ajudante especializado com encargos complementares	0,914
000330	Solda-eletrodo ok 4600 aws 6010 3,25mm 1/8"(lata 20kg)	0,39
000331	Solda-eletrodo ok 4804 aws 6010 4,0mm 5/32" (lata 20kg)	0,41
006322	Chapa aço grossa 3/8" 9,52mm 6,0x2,44m(74,69kg/m2)	44,817
006325	Pré-fabricação e usinagem de perfis de aço	44,817

Fonte: SBC.

Tabela 3: Composição SINAPI 92568 - Trama de aço composta por ripas, caibros e terças para telhados de até 2 águas para telha de encaixe de cerâmica ou de concreto, incluso transporte vertical.

Código	Descrição	Coeficiente
88278	Montador de estrutura metálica com encargos complementares	0,339
88316	Servente com encargos complementares	0,195
93281	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv - chp diurno. Af_03/2016	0,0145
93282	Guincho elétrico de coluna, capacidade 400 kg, com moto freio, motor trifásico de 1,25 cv - chi diurno. Af_03/2016	0,0201
00001330	Chapa de aco grossa, ASTM a36, e = 1/4 " (6,35 mm) 49,79 kg/m2	0,45
00040424	Chapa de aco carbono laminado a quente, qualidade estrutural, bitola 3/16", e =4,75 mm (37,29 kg/m2)	0,2
00040535	Perfil "U" simples de aco galvanizado dobrado 75 x *40* mm, e = 2,65 mm	2,278
00040547	Parafuso zincado, autobrocante, flangeado, 4,2 mm x 19 mm	0,06
00040549	Parafuso, comum, ASTM a307, sextavado, diametro 1/2" (12,7 mm), comprimento 1" (25,4 mm)	0,007
00040664	Perfil cartola de aco galvanizado, *20 x 30 x 10* mm, e = 0,8 mm	2,202
00040839	Parafuso, astm a307 - grau a, sextavado, zincado, diametro 3/8" (9,52 mm), comprimento 1 " (25,4 mm)	0,005
00043083	Perfil "U" enrijecido de aco galvanizado, dobrado, 150 x 60 x 20 mm, e = 3,00 mm ou 200 x 75 x 25 mm, e = 3,75 mm	4,835

Fonte: SINAPI.

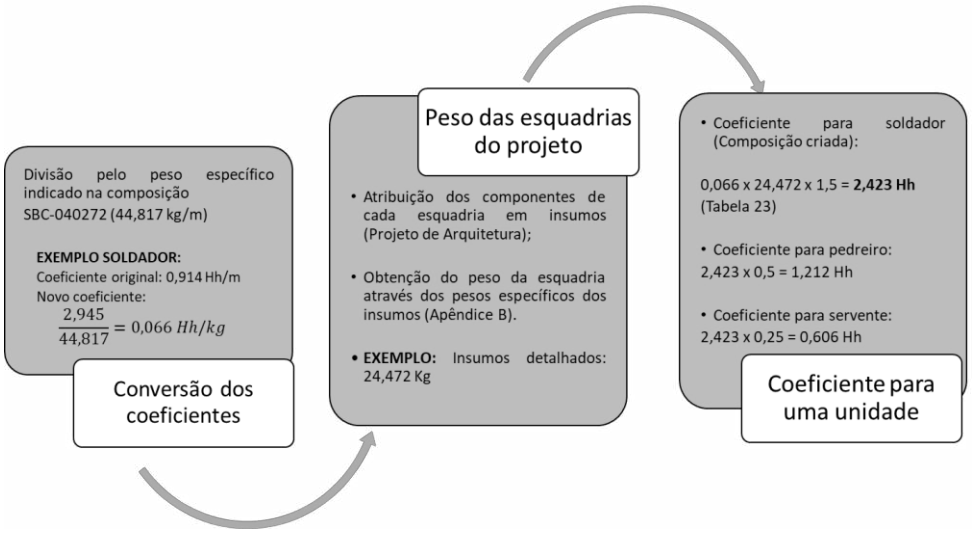
Além disso, incluiu-se também pedreiro e servente para o assentamento das esquadrias. Foi usada a composição 040272 da base SBC, que engloba a fabricação, montagem e solda de uma estrutura metálica, obtendo-se os coeficientes em função do peso para a taxa indicada na composição de 44,817 kg/m. Em se tratando de uma esquadria de uma edificação especial, o nível de detalhamento e complexidade são maiores, então foi considerado um aumento de 50% nesses serviços, isto é, multiplicar os coeficientes por 1,5. Essa solução foi aplicada após ponderação com especialistas e orçamentistas de edificações especiais, além da validação por parte do órgão contratante, e é variável a cada projeto, a critério do profissional responsável pelo orçamento. A estimativa paramétrica toma proveito da experiência do profissional e de dados históricos disponíveis para calibrar as ponderações. Considerando então a mão de obra majorada para uma soldagem de peças, foram extrapolados linearmente todos os coeficientes de solda, máquina e mão de obra da composição original de acordo com o peso final da esquadria obtida durante a aplicação desta metodologia.

Já as composições para o guincho (hora produtiva e improdutiva) referem-se a uma máquina com capacidade de 400 kg. Os cadernos técnicos do SINAPI tanto para “Estrutura e trama para cobertura” como “Equipamentos diversos” não fazem menção à uma proporcionalidade entre a velocidade do transporte com o peso do elemento a

ser transportado. Nesse sentido, optou-se por fixar os coeficientes indicados na composição de referência para as horas produtivas e improdutivas do guincho.

Quanto ao pedreiro e servente para o assentamento, as relações homem-hora são de 0,5 e 0,25 comparadas à do montador, respectivamente, também validos com especialistas. A Figura 1 esquematiza as correlações para o peso.

Figura 1: Exemplo de correlação entre o peso e o coeficiente da mão de obra



Fonte: Os autores.

Desse modo, obtiveram-se os coeficientes para a estimativa da mão de obra em função do peso da esquadria.

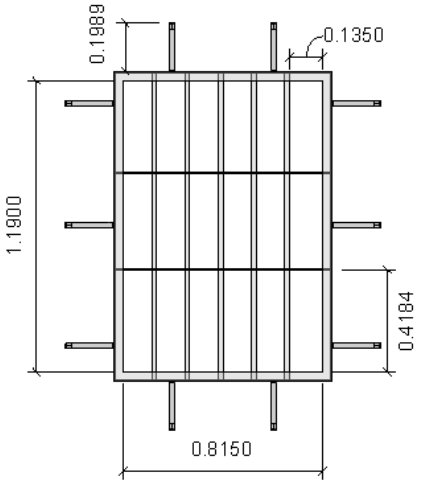
RESULTADOS E DISCUSSÕES

APLICAÇÃO DO MÉTODO SUGERIDO

Para a aplicação prática, utilizou-se uma grade metálica, fixada por grapas, representada na Figura 2. As dimensões são de 0,815m x 1,19m (LxA). A estrutura da grade é feita em perfis e chapas metálicas e fechamento em chapa metálica soldada.

De acordo com as indicações e especificações do projeto, listou-se os materiais que compõem a esquadria, assim como as quantidades de cada insumo, como indicado na Tabela 4.

Figura 2: Grade metálica



Fonte: Os autores.

Tabela 4: Insumos da Grade Metálica

Insumos Indicados Em Projeto	Quantidade (M)
BARRA CHATA ⅛”x1”	3,30
CANTONEIRA 1”x1”x ⅛ “	4,01
BARRA CHATA 2"x 3/8"	1,63
BARRA REDONDA ¾”	5,91

Fonte: Os autores.

Para a seleção dos insumos utilizados na esquadria, foi feita uma pesquisa item a item nas bases orçamentárias nacionais, por meio do *software* Orçafascio, levando em consideração a ordem de prioridade: SINAPI, SICRO, SBC e bases regionais. Em casos que o insumo não foi encontrado em nenhuma das bases disponíveis, era selecionado um insumo com as dimensões maiores. Se as dimensões fossem imediatamente maiores, não se alterava o coeficiente de multiplicação da quantidade, mantendo-se 1, em casos que as dimensões fossem o dobro da procurada, o coeficiente passava a ser 0,5, para que o valor final ficasse o mais próximo do real. A Tabela 5 mostra o cálculo de todos os coeficientes e o peso final obtido para a esquadria.

Tabela 5: Quantitativo de insumos e coeficientes

Insumos Cotados	Banco	Código	Unidade	Quantidade	Fator de Conversão	Peso (kg)
Barra de Ferro Chato, Retangular, 25,4 mm x 4,76 mm	SINAPI	555	M	3,30	1,227	4,047
Cantoneira 1”x1”x1/8”	SINAPI	567	M	4,01	1,270	5,093
Barra Chata 2”x3/8”	SINAPI	547	M	1,63	3,790	6,179
Barra Redonda 5/8”	SICRO	M0465	Kg	5,91	1,550	9,153
					PESO TOTAL	**24,472**

Fonte: Os autores.

O item BARRA REDONDA ¾ não foi encontrado em nenhuma pesquisa de insumo nas bases orçamentárias determinadas. Logo, foi pesquisado um item de dimensão imediatamente superior: BARRA REDONDA ⅝”. O fator de conversão (kg/m) pode ser encontrado em catálogos de fornecedores. Todas as unidades de medida dos insumos na coluna “quantidade” foram coletadas em metro linear e convertidas para kg.

Os coeficientes de pré-fabricação, montagem, soldas e máquina de solda foram mantidos da composição de referência, convertendo-os apenas em função do peso para a taxa indicada na composição de 44,817 kg/m. Após o cálculo do peso da esquadria, calculou-se os coeficientes de mão de obra, conforme explicado na Figura 1, resultando nos valores indicados na Tabela 6.

Tabela 6: Cálculo da mão de obra para esquadria ESQV1.

	Serviço	Código	Base	Coeficientes
REFERÊNCIA: COMPOSIÇÃO SBC 040272	Pré-fabricação e Usinagem de Perfis de Aço	06325	SBC	24,472
	Solda 1	000330	SBC	0,323
	Solda 2	000331	SBC	0,334
	Máquina solda	030448	SBC	0,734
	Soldador	88317	SINAPI	0,734
	Ajud. Soldador	88243	SINAPI	2,423
	Montador	88278	SINAPI	2,423
	Ajud. Montador	88243	SINAPI	2,423
REFERÊNCIA: COMPOSIÇÃO SINAPI 92568	Guincho (CHP)	93281	SINAPI	0,015
	Guincho (CHI)	93282	SINAPI	0,020
Mão de obra para instalação da esquadria	Pedreiro	88309	SINAPI	1,211
	Servente	88316	SINAPI	0,606

Fonte: Os autores.

ÍNDICE DE CUSTO DE ESQUADRIAS METÁLICAS

De posse de um vasto banco de dados, contendo todas as quarenta esquadrias dimensionadas para a tipologia penal do estudo de caso, foi possível calcular um índice de custo da esquadria por unidade de peso. A tabela 7 a seguir demostra esse processo de cálculo.

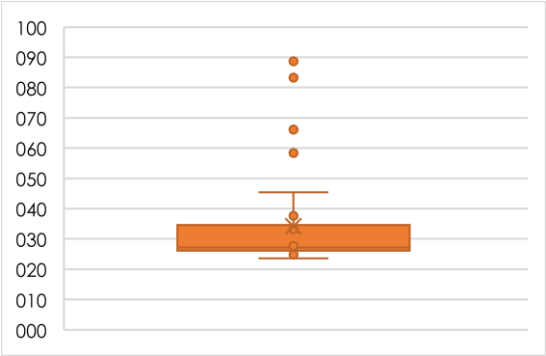
Tabela 7: Cálculo do índice de custos das esquadrias por peso.

Esquadria	Peso (Kg)	Custo (R$)	Custo/kg	Esquadria	Peso (Kg)	Custo (R$)	Custo/kg
1	68,10	1.738,21	25,52	**21**	108,54	2.908,69	26,80
2	102,71	2.542,52	24,75	**22**	24,13	654,97	27,15
3	92,57	2.369,26	25,59	**23**	25,23	719,17	28,51
4	101,41	2.616,26	25,80	**24**	16,93	479,73	28,34
5	68,10	1.738,21	25,52	**25**	32,61	872,07	26,74
6	145,66	3.641,77	25,00	**26**	37,96	1.010,23	26,62
7	317,67	8.641,08	27,20	**27**	40,47	1.095,88	27,08
8	197,43	5.239,07	26,54	**28**	40,25	1.196,51	29,73
9	367,22	13.800,20	37,58	**29**	84,10	2.519,27	29,95
10	573,58	19.909,07	34,71	**30**	78,67	2.607,13	33,14
11	203,70	5.105,14	25,06	**31**	14,73	973,99	66,14
12	82,74	2.343,56	28,32	**32**	10,40	361,16	34,73
13	147,12	8.587,51	58,37	**33**	100,88	3.436,29	34,06
14	113,57	3.143,47	27,68	**34**	158,73	7.210,29	45,42
15	146,78	3.835,74	26,13	**35**	88,88	7.398,17	83,23
16	121,71	3.214,44	26,41	**36**	172,14	5.983,53	34,76
17	76,65	2.264,92	29,55	**37**	74,14	6.573,45	88,66
18	113,14	2.976,01	26,30	**38**	67,53	1.789,09	26,49
19	188,09	4.435,32	23,58	**39**	61,99	1.634,31	26,36
20	112,29	7.712,96	68,69	**40**	222,52	5.581,75	25,08

Fonte: Os autores.

Calculando a média dos índices de custo por quilo de esquadria da última coluna da tabela 7, o valor retornado é de R$ 34,18/kg. O valor mediano é de R$ 27,17/kg, e o desvio padrão é de R$ 15,97. Dado o valor alto do desvio padrão, investigou-se suas possíveis causas através de um gráfico do tipo *boxplot*, como mostra a Figura 3.

Figura 3: *Boxplot* dos valores de custo por peso das esquadrias.



Fonte: Os autores.

Como todos os *outliers* da amostra estão presentes acima do limite superior, foram investigadas as esquadrias mais caras. Estas tiveram insumos inseridos após o cálculo do peso total considerado para a orçamentação, pois foram insumos obtidos por cotação externa, como fechaduras especiais e motores. Esses valores não dependeram do peso das esquadrias, portanto, foram um acréscimo de custo que não variou com o peso, e, consequentemente, não influenciou linearmente na variação do índice.

Passou-se então à remoção dos outliers para possibilitar o cálculo de um índice com menor variabilidade. Foram então removidas da amostra as esquadrias com o índice acima do limite superior do *boxplot*. Esse limite foi de R$ 46,74/kg, portanto, foram removidas do cálculo do índice médio as esquadrias 13, 20, 31, 35 e 37. O novo índice médio foi R$ 28,63/kg, com mediana de R$ 26,80/kg, e desvio padrão de R$ 4,51/kg.

Tal índice se torna uma ferramenta útil para orçamentação paramétrica de esquadrias metálicas, e seu desvio padrão pode possibilitar a aplicação da técnica de estimativa de custos otimista e pessimista, para tomada de decisão em fases preliminares de projeto.

CONCLUSÃO

O presente estudo apresentou um método de estimativa paramétrica para itens sob medida da construção civil, aqui exemplificados através das esquadrias metálicas. Foram utilizados parâmetros distintos para definição de custos de mão-de-obra e de insumos. Para o primeiro, foi feita a parametrização em função do peso e através desta a definição de coeficientes de mão de obra. Para o segundo, foi necessário considerar outros aspectos no processo de orçamentação, dentre eles: a aproximação de insumos para outros com dimensão imediatamente superior; duplicar ou triplicar o custo do insumo na planilha de cálculo do orçamento para casos de insumos com metade ou ⅓ da dimensão buscada e cotação externa com fornecedores apenas em último caso.

A estimativa paramétrica de custos é um campo dos estudos de orçamentação com poucas referências, mas muito utilizada por especialistas e citada como calibrações por experiência ou métodos próprios. Esse artigo contribuiu com um método de

orçamentação paramétrica que pode ser aplicado para outros insumos de edificações sem necessariamente recorrer a métodos estatísticos ou custos defasados.

Após a apresentação do método, foi possível resumir o banco de dados a um índice de custo médio de R$ 28,63/kg com variação de R$ 4,51/kg para mais ou menos, que potencialmente pode ser aplicado a qualquer elemento metálico, desde aparatos a esquadrias completas. Como sugestão para futuras pesquisas relacionadas, a validação prática desse índice se torna necessária.

Este artigo não pretende esgotar o assunto de orçamentação de elementos metálicos. É necessário validar o método obra a obra. Apesar da necessidade de dados históricos, o presente método sistematiza a obtenção de custos de acordo com o peso da esquadria, que é uma informação acessível em catálogos técnicos dos insumos e passível de obtenção por cálculos simples.

REFERÊNCIAS

[1] VALE, Rudna Angélica Vieira do; COSTA FILHO, Francisco das Chagas da; SILVA, Allyson Leandro Bezerra; LIMA, Francisco Jordão Nunes de; PEREIRA, Danielle Dantas. Orçamentação de obras: análise temporal dos dispositivos mais relevantes. **Brazilian Journal Of Development**, [S.L.], v. 6, n. 7, p. 51651-51666, 2020. Brazilian Journal of Development. http://dx.doi.org/10.34117/bjdv6n7-710.

[2] JI, Sae-Hyun; AHN, Joseph; LEE, Hyun-Soo; HAN, Kyeongjin. Cost Estimation Model Using Modified Parameters for Construction Projects. **Advances In Civil Engineering**, [S.L.], v. 2019, p. 1-10, 30 jul. 2019. Hindawi Limited. http://dx.doi.org/10.1155/2019/8290935.

[3] ELFAKI, Abdelrahman Osman; ALATAWI, Saleh; ABUSHANDI, Eyad. Using Intelligent Techniques in Construction Project Cost Estimation: 10-year survey. **Advances In Civil Engineering**, [S.L.], v. 2014, p. 1-11, 2014. Hindawi Limited. http://dx.doi.org/10.1155/2014/107926.

[4] ESTECA, Augusto Cristiano Prata. Edificação penal: um estudo da tecnologia do projeto arquitetônico de estabelecimentos de segurança máxima no Brasil. 2017. xviii, 388 f., il. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo)—Universidade de Brasília, Brasília, 2017.

[5] FELISBERTO, A. D..; MARCHIORI, F. F.; LOVE, P.; SIGNOR, R. BIM cost estimation guidelines for Brazilian public sector infrastructure. **PARC Pesquisa em Arquitetura e Construção**, Campinas, SP, v.12, p. e021004, 2021. Disponível em <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/parc/article/view/e021004 >. Acesso em: 9 fev. 2022.

[6] TISAKA, Maçahico. Orçamento na construção civil: consultoria, projeto e execução. São Paulo: Editora Pini, 2006.

[7] BELTRÃO, L. M. P.; CARVALHO, M. T. M.; BLUMENSCHEIN, R. N.; PAIVA, Á. T. de; FREITAS, M. V. R. de. Modelos para estimativa de custos com o uso de regressão linear: modelagem com obras penitenciárias. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 22, n. 3, p. 193-211, jul./set. 2022. ISSN 1678-8621 Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído. http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212022000300615

[8] TCU. Orientações para elaboração de planilhas orçamentárias de obras públicas (2014)

[9] BRASIL. Lei nº 7.983, de 08 de abril de 2013. Estabelece regras e critérios para elaboração do orçamento de referência de obras e serviços de engenharia, contratados e executados com recursos dos orçamentos da União, e dá outras providências.

[10] TAVES, G. G. Engenharia De Custos Aplicada À Construção Civil, 2014.