



DIFERENTES ABORDAGENS QUANTO AO ORÇAMENTO DE OBRAS HABITACIONAIS: APLICAÇÃO AO CASO DO ASSENTAMENTO DA ALVENARIA

ANDRADE, Artemária C. (1); SOUZA, Ubiraci E.L. (2)

(1) Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Av. Prof. Almeida Prado, Trav. 02, nº 271, São Paulo – SP, Brasil, CEP: 05.508-900

Fone/Fax: (55) 011 3818-5459. E-mail: artemaria.andrade@poli.usp.br

(2) Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo

Av. Prof. Almeida Prado, Trav. 02, nº 271, São Paulo – SP, Brasil, CEP: 05.508-900

Fone/Fax: (55) 011 3818-5428. E-mail: ubiraci.souza@poli.usp.br

RESUMO

As empresas de construção civil apresentam, em seu processo orçamentário, diferentes abordagens quanto à subdivisão dos seus elementos constituintes, aos recursos demandados e à abrangência dos serviços.

Referindo-se ao serviço de execução de alvenaria de vedação, por exemplo, pode-se orçá-lo considerando todo o serviço, ou seja, a alvenaria de vedação pronta (tarefa), ou partes desse serviço (subtarefas), quais sejam: marcação, elevação e fixação.

Quanto aos recursos demandados pode-se falar no custo para execução do serviço ou no custo de seus componentes: materiais, mão-de-obra e equipamentos. Pode-se abranger, ainda, no processo orçamentário, todas as etapas percorridas pelo material, desde o recebimento do mesmo até a execução do serviço, ou apenas a etapa de processamento final do mesmo.

Há que se diferenciar, ainda, os critérios de medição adotados pela empresa (se área líquida ou área bruta de vedação executada) e os indicadores a serem coletados (se físico, financeiros ou ambos).

Objetiva-se, nesse artigo, apresentar as diferentes abordagens adotadas pelo setor de orçamento no tocante à execução do serviço de alvenaria, realizando um comparativo entre as mesmas, no tocante ao recursos utilizados.

Palavras chaves: orçamento, construção civil, alvenaria.

1 INTRODUÇÃO

Para se avaliar a viabilidade de execução de um empreendimento, é necessário que se estime previamente o seu custo. Tal estimativa é feita através da elaboração do orçamento.

Buscando-se obter maior precisão nos orçamentos, diferentes formas de orçar têm sido propostas, dentre as quais ANDRADE (1996); CABRAL (1988) e LIBRELLOTO et al. (1998) apresentam: *orçamento convencional; orçamento operacional; e orçamento paramétrico* .

ASSUMPÇÃO; FUGAZZA (1998) apresentam o conceito de *orçamento evolutivo* que considera “os diversos módulos do edifício tanto para efeito do levantamento dos quantitativos quanto na apropriação dos custos de cada etapa da construção”.

Percebe-se que, embora se proponha diferentes formas de orçar, nenhuma delas entra no mérito dos procedimentos utilizados para se mensurar física e financeiramente os serviços, ou seja, quais os critérios adotados na mensuração.

Este trabalho apresenta e avalia algumas abordagens do serviço alvenaria, possivelmente adotadas pelos orçamentos, tanto em relação à mensuração do serviço quanto à composição unitária. Cabe ressaltar que o serviço será avaliado apenas quanto aos recursos físicos utilizados, mais especificamente quanto ao material e mão-de-obra, uma vez que os equipamentos por ele utilizados possuem um custo pouco significativo.

No tocante à mensuração do serviços será feita uma análise da quantidade de serviço a ser considerada pelo orçamento a partir dos vários critérios adotados, bem como a quantidade de suas subdivisões.

Quanto à composição unitária, a mesma será avaliada em função da adoção de diferentes indicadores de consumo de material e produtividade da mão-de-obra.

2 MENSURAÇÃO DO SERVIÇO ALVENARIA

Para se mensurar o serviço de execução de alvenaria há que se definir, inicialmente, se as aberturas serão ou não consideradas, ou seja, se o orçamento será relativo à área bruta da alvenaria, sem descontar os vãos; à área líquida da alvenaria, descontando todos os vãos; ou a uma situação intermediária, descontando parte dos vãos.

GONZÁLEZ (1998) classifica a consideração da área líquida como *critério adequado para integração com planejamento e compras*, pois segundo ele, essa é a melhor forma de mensurar, por não gerar problemas nem com o setor de suprimentos/compras, nem com os sub-empreiteiros, o que ocorreria ao se considerar a área bruta uma vez que a quantidade de material a ser adquirido diferiria do que foi orçado.

GONZÁLEZ (1998) apresenta ainda como forma de mensuração o *critério Pini*, que considera a área total de alvenaria, sem descontar vãos, exceto para vãos com áreas superior a 2 m², quando desconta o excedente a tal valor.

2.1 Diferentes posturas quanto à mensuração do serviço – Exemplo

A utilização de diferentes procedimentos pode gerar uma grande discrepância no tocante à quantidade de serviço executada e, consequentemente, no custo total deste serviço.

Para demonstrar tal discrepância, considerou-se um edifício habitacional (edifício “A”) de múltiplos pavimentos, sendo 12 pavimentos tipos com 570 m² cada pavimento, contendo quatro apartamento por andar (Figura 1), cuja relação entre a área de alvenaria e a área de piso é de 1,38 m²/m².

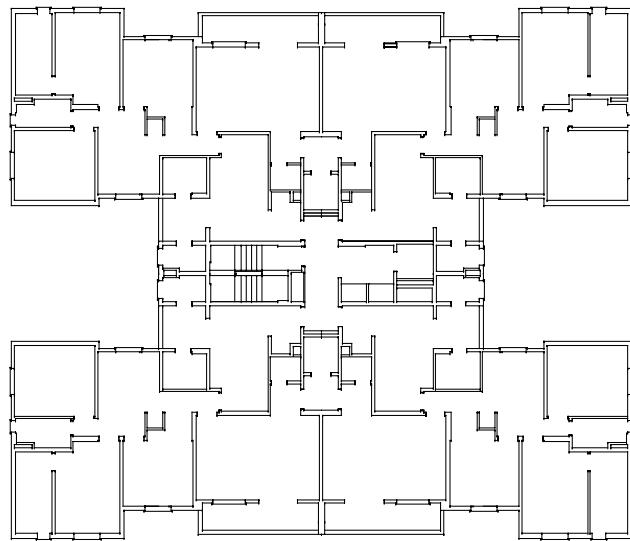


Figura 1 – Pavimento-tipo do edifício “A”.

Na Tabela 1 apresenta-se o quadro-resumo da quantidade de alvenaria a executar, segundo os diferentes critérios anteriormente expostos. Para cálculo da área segundo o critério PINI, avaliou-se todas as aberturas parede a parede.

Tabela 1 – Quantidade de alvenaria a executar segundo diferentes critérios.

	A_{bruta} (m ²)	$A_{líquida}$ (m ²)	$A_{critério pini}$ (m ²)
1 pavimento:	952,09	812,34	940,76
Todo o edifício (12 pavimentos)	11425,11	9748,04	11289,08
Valor adicional em relação à $A_{líquida}$ (%)	17,20	-	15,81

Ao comparar os valores de área obtidos, segundo os critérios anteriormente apresentados, observa-se uma variação percentual, tendo por base a menor área ($A_{líquida}$) em torno de 16% quando se adota o critério *Pini* e de 17% quando se avalia a A_{bruta} .

Segundo GONZÁLEZ (1998), a forma de mensuração adotada pelo critério *Pini* objetiva compensar a dificuldade em se executar os arremates no vão pela área de vão não descontada, enquanto que o critério *adequado para integração com planejamento e compras* considera tal tarefa em uma composição especial.

O autor chama atenção para o fato de a consideração feita pelo critério *Pini*, quanto ao serviço de execução de arremates, pode gerar incompatibilidade entre o valor real e o valor orçado uma vez que esta tarefa utiliza quantidades de insumos diferentes do serviço alvenaria.

Além da discussão quanto ao critério de mensuração do serviço alvenaria, é importante considerar ainda se a mensuração é feita para o serviço (a tarefa) alvenaria ou se o mesmo será decomposto em várias partes (subtarefas), ou seja, se a quantificação será da alvenaria como um todo ou de suas subtarefas: marcação, elevação e fixação.

A principal diferença entre se considerar o serviço como um todo ou suas subtarefas é o fato de que o grau de dificuldade para executar cada tarefa é diferenciado de modo que, a postura de se orçar cada subtarefa torna o orçamento mais preciso.

Na Tabela 2 apresenta-se o serviço alvenaria para o edifício “A”, considerando as várias subtarefas.

Tabela 2 –Quantidade de serviço de cada subtarefa do serviço (tarefa) alvenaria.

	Elevação (m ²)		Marcação (m)		Fixação (m)		TOTAL ¹ (m ²)	
	1 pav	o edifício	1 pav	o edifício	1 pav	o edifício	1 pav	o edifício
Área Bruta	794,29	9531,46	378,19	4538,28	410,83	4929,96	952,09	11425,11
Área Líquida:	654,53	7854,39	378,19	4538,28	410,83	4929,96	812,34	9748,04
Área de Alvenaria (PINI):	782,95	9395,43	378,19	4538,28	410,83	4929,96	940,76	11289,08

Embora tenha-se considerado as mesmas quantidades dos serviços marcação e fixação para os diferentes critérios de áreas analisados, a influencia de tais valores poderá ser observada no item relativo ao custo do serviço, uma vez que cada subtarefa apresenta uma produtividade própria.

3 COMPOSIÇÃO UNITÁRIA DOS SERVIÇOS

A composição unitária do serviço refere-se ao consumo de insumos necessários à execução de uma unidade de serviço. No caso da alvenaria, a composição unitária diz respeito às quantidades de material, mão-de-obra e equipamentos necessários para se executar 1 m² de alvenaria.

CABRAL (1988) ressalta que a grandeza de medida do serviço deve ser a mesma utilizada na mensuração deste. Assim, ao se avaliar m² de alvenaria a composição é por m² de alvenaria; da mesma forma que ao se considerar metros de marcação a composição terá o metro como unidade.

Detalhando melhor as composições unitárias, ressalta-se que a toda quantidade teoricamente necessária de insumo, adiciona-se um valor percentual relativo à maior ou menor dificuldade de execução do serviço (mão-de-obra) e às perdas de materiais que ocorrem nos canteiros.

3.1 Indicadores de consumo de materiais

Os indicadores de consumo de materiais, mão-de-obra e equipamentos devem ser melhor analisados pois há uma grande variabilidade nesses valores. AGOPYAN et al (1998), em um estudo coordenado pela EPUSP, abordando o consumo de materiais, apresentam variação nos valores de perdas/consumo bastante significativos. No caso de blocos, a variação das perdas foi de 0% a 48% com uma mediana de 10%, enquanto que o TCPO 10 apresenta valores de consumo na ordem de 13 bl/m² para blocos de 14x19x39, com juntas de 1,2 cm, o que equivale a uma perda em torno de 5%.

SOUZA (2001) defende que o ideal seria a utilização de dados da empresa aliados às características da obra, em função da grande variabilidade dos dados. Para tanto, o autor propõe um modelo de previsão baseado em um extenso banco de dados, cujos valores foram obtidos a partir de uma metodologia única, tanto para materiais como para mão-de-obra, e que utiliza como critérios para definição dos indicadores esperados, aspectos quantitativos e qualitativos da obra e/ou da organização do canteiro.

Considera-se que o edifício “A” utiliza blocos de 14x19x39, com peso de 7,70 kg. Assumindo-se que a espessura de juntas horizontais e verticais é de 1 cm, o consumo teórico de material seria:

$$\text{Consumo Teórico} = \frac{1}{(0,20 \times 0,40)} = 12,5 \text{ bl/m}^2$$

¹ Para transformar os m de marcação e fixação em m², considerou-se um bloco com altura de 0,19 m.

Entretanto, tal valor não considera nenhum consumo adicional, ou seja, nenhuma estimativa de perda. A TCPO 10, em seu item 070148 – alvenaria de elevação com blocos cerâmicos de 14x19x39 com espessura de juntas de 12 mm, estabelece o consumo de 13 bl/m², ou seja, com uma expectativa de perda da ordem de 5,5%.

Na Tabela 3 apresentam-se vários indicadores de consumo de materiais, a partir dos dados de perdas considerados pela EPUSP e pela TCPO 10.

Tabela 3 – Consumo de blocos por m².

Consumo Previsto	EPUSP			TCPO 10
	Mín	Med	Máx	
Blocos (bl/m ²)	12,50	13,75	18,50	13,19
Argamassa de assentamento (l/m ²)	4,97 l/m ²	14,84 l/m ²	31,50 l/m ²	12,7 l/m ²

Como se pode observar na Tabela 3, a discrepância entre os valores é alta. No caso dos blocos, tomando como base o valor mínimo obtido pela EPUSP, o indicador obtido pela TCPO é de 2,5% acima, enquanto que em relação ao valor mediano da EPUSP é de 10%. No caso da argamassa, tal discrepância, tendo como base o valor mínimo é, para os demais casos, superior a 100%.

AGOPYAN et al (1998) buscando entender a variabilidade de tais dados, verificaram que a gestão dos materiais no canteiro, refletida pelos cuidados com estocagem, transporte e aplicação, são determinantes para que se obtenha um maior ou menor consumo de materiais.

3.2 Indicadores de produtividade da mão-de-obra

No caso da mão-de-obra, a definição da equipe a ser considerada na execução do serviço é fundamental para que se defina o indicador de produtividade. Além disso, a grande variabilidade da produtividade da mão-de-obra nesse serviço encontra-se relacionada a características qualitativas do serviço, tais como: forma de transporte da argamassa, tipo de argamassa utilizada, dentre outros.

Na Tabela 4 apresentam-se alguns indicadores de produtividade de mão-de-obra segundo SOUZA (2001) e TCPO 10.

Tabela 4 – Produtividade da mão-de-obra na execução do serviço alvenaria.

Produtividade	EPUSP			TCPO 10
	Mín	Med	Máx	
Alvenaria (Hh/m ²)	0,88	1,57	1,69	2,02
Marcação (Hh/m)	0,25	0,32	0,37	
Elevação (Hh/m ²)	1,01	1,72	3,32	
Fixação (Hh/m)	0,15	0,20	0,25	

4 PREÇO DOS INSUMOS

Para definição do custo do serviço é necessário considerar o custo dos insumo. Tal custo é obtido junto a fornecedores cadastrados pela empresa ou através de uma pesquisa de mercado.

Para efeito de cálculo de custo, neste trabalho, serão considerados os valores obtidos na revista CONSTRUÇÃO MERCADO de agosto de 2001:

- Bloco de vedação de 14x19x39: R\$ 0,61/un;
- Argamassa, sacos de 25 kg: R\$ 0,89/kg.
- Mão-de-obra para executar alvenaria de bloco de concreto, com 0,15 m de espessura, para receber acabamento em massa: R\$ 8,96/m², nesse valor estão incluídas as taxas de Leis Sociais, Riscos de Trabalho e BDI.

5 CUSTO DO SERVIÇO

Nesse item serão consideradas algumas situações para definição do custo do serviço alvenaria, através da combinação de várias situações expostas nos itens anteriores. Para composição do custo unitário, serão considerados os preços apresentados no item 4. No caso da argamassa, considerar-se-á uma densidade de 1,7 kg/m³, além do preço para execução de alvenaria com bloco cerâmico igual ao preço de alvenaria com blocos de concreto.

Ressalta-se que a comparação será feita, no caso de composição unitária, considerando o valor mediano do banco de dados da EPUSP, o valor constante na TCPO 10.

Situação 1: Cálculo do custo do serviço alvenaria, considerando a área líquida da tarefa alvenaria.

Situação 2: Cálculo do custo do serviço alvenaria, considerando a área bruta da tarefa alvenaria.

Situação 3: Cálculo do custo do serviço alvenaria, considerando o critério PINI.

Situação 4: Cálculo do custo do serviço alvenaria, a partir de suas subtarefas, considerando a área líquida da tarefa alvenaria.

Situação 5: Cálculo do custo do serviço alvenaria, a partir de suas subtarefas, considerando a área bruta da tarefa alvenaria.

Situação 6: Cálculo do custo do serviço alvenaria, , a partir de suas subtarefas, considerando o critério PINI.

Na Tabela 5 são apresentadas as composições de custos, considerando o indicador mediano da EPUSP, o da TCPO 10.

Tabela 5 – Composição unitária do m² de alvenaria considerando o serviço como um todo.

Composição unitária	Indicadores de consumo		Indicador de preço (R\$/u.i. ²)	Custo unitário	
	EPUSP _{med}	TCPO 10		EPUSP _{med}	TCPO 10
Argamassa (l/m ²)	14,84	12,70	1,513	22,45	19,22
Blocos (un/m ²)	13,75	13,00	0,61	8,39	7,93
Mão-de-obra (Hh/m ²)	1,57	2,02	8,96	14,07	18,10
Custo (R\$/m ²)				44,91	45,24

Observe que o custo unitário utilizando os indicadores do TCPO 10 é os valores da mediana do banco de dados da EPUSP são bastante próximos.

² u.i. unidade do insumo

Na Tabela 6, apresenta-se o custo da alvenaria da obra-exemplo deste trabalho, cujas características foram apresentadas no item 2, considerando as situações 1,2 e 3, e as composições utilizando os valores medianos do banco de dados da EPUSP e os valores constantes na TCPO 10.

Tabela 6 – Custo do serviço alvenaria na obra “A”, considerando diversas situações

	Custo da Alvenaria na Obra “A” (R\$)	
	EPUSP _{med}	TCPO 10
Situação 1 (área líquida)	513.074,6	516.921,2
Situação 2 (área bruta)	437.761,3	441.043,3
Situação 3 (critério PINI)	506.965,7	510.766,5

Considerando o menor custo obtido, situação 2 – utilizando composição unitária com indicadores do banco de dados da EPUSP, obteve-se uma variação mediana de custos de 16%, sendo de 18% a variação máxima.

Considerando a composição unitária a partir da avaliação das diversas partes do serviço, obtém, para os valores constantes no banco de dados da EPUSP, o custo exposto na Tabela 7.

Como se pode observar o custo do m² considerando as diversas subtarefas do serviço alvenaria se mostrou superior aos apresentados na Tabela 5. Este valor poderia ser ainda maior, uma vez que se estimou o consumo de argamassa para execução da marcação igual à da fixação quando, na realidade, o consumo de marcação é maior.

Tabela 7 – Custo unitário do serviço alvenaria a partir de suas subtarefas³.

	Indicadores de consumo	Indicador de preço (R\$/U.I.)	Custo unitário (R\$/m ou m ²)
Marcação			
Argamassa (l/m)	1,90	1,51	2,87
Blocos (un/m)	2,75	0,61	1,68
Mão-de-obra marcação	0,32	1,79	0,57
Elevação			
Argamassa (l/m ²)	14,84	1,51	22,45
Blocos (un/m ²)	13,75	0,61	8,39
Mão-de-obra elevação	1,72	8,96	15,41
Fixação			
Argamassa (l/m) ⁴	1,90	1,51	2,87
Blocos (un/m)	2,75	0,61	1,68
Mão-de-obra fixação	0,20	1,79	0,36
Custo (R\$/m ²).....			56,29

³ Utilizou-se os valores medianos dos indicadores de consumo do banco de dados da EPUSP. Em relação ao custo da alvenaria, considerou-se o mesmo valor para as três subtarefas, tendo-se considerado que cada m² tem 5 m de junta.

⁴ Considerou-se uma junta de 1 cm totalmente preenchida na fiada de marcação e fixação.

Observe que, ao considerar o custo de cada subtarefa, o custo unitário do m² de alvenaria aumentou consideravelmente, indo de R\$ 44,91/m² para R\$ 56,29/m². Representando um aumento percentual de 25 %.

Avaliando as situações 4,5 e 6, onde considera-se diferentes áreas na composição do custo do serviço, obtém os valores apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 – Custo do serviço alvenaria a partir da avaliação de suas subtarefas.

	TOTAL (R\$)
Situação 4 (área líquida)	643.119,6
Situação 5 (área bruta)	548.717,2
Situação 6 (critério PINI)	635.462,3

Comparando o valor mediano das situações 4, 5 e 6 (R\$ 635.462,30) com o valor mediano das situações 1, 2 e 3 (R\$ 508.866,01), tem-se um variação percentual de 24,87%.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesse trabalho foi possível constatar que a adoção de diferentes critérios para a elaboração do orçamento levam a diferentes valores de custos. No caso apresentado a variação dos custos alcançou valores na ordem de 25% para o serviço de execução de alvenaria. De modo que, considerando que o custo do serviço alvenaria representa algo em torno de **13 %** do custo da obra, pode-se incorrer em discrepâncias de até 3,25% do custo total da obra.

Fica clara, portanto, a necessidade de se definir os critérios a serem utilizados na elaboração do orçamento, sendo a sua escolha função de alguns aspectos, dentre os quais destaca-se: tradição da empresa; coerência com o processo licitatório; adequação à forma de contratação e medição dos serviços; e coerência com os indicadores confiáveis disponíveis no mercado. Além da necessidade de se avaliar o critério a ser utilizado, deve-se padronizar a forma de coletar os indicadores e de se elaborar o orçamento.

Com isso, certamente os riscos de se errar 25%, ao orçar o serviço de alvenaria – conforme apresentado neste trabalho, ou algo em torno de 3% do custo da obra são minimizados. Tal redução de riscos é fundamental para que a empresa se mantenha no mercado e/ou mantenha seus lucros, diante da concorrência atual.

Assim, acredita-se que se consegue elaborar orçamentos capazes de “fundamentar a tomada da melhor decisão empresarial, seja na hora de negociar um contrato de prestação de serviços de construção civil ou para a oportunidade de investir num empreendimento imobiliário” SILVA (2001).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOPYAN, V. et al, coord. (a) **Alternativas para a redução do desperdício de materiais nos canteiros de obras:** relatório final. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998. v.3. Resultados e análises: areia, pedra, saibro, cimento, cal, argamassa produzida em obra, concreto produzido em obra e argamassa parcial ou totalmente produzida fora do canteiro de obras.

_____. (b) _____. São Paulo, EPUSP/PCC, 1998. v.4. Resultados e análises: aço, concreto usinado e blocos/tijolos.

ANDRADE, V.A. **Modelagem dos custos para casas de classe média.** Florianópolis, 1996. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 194p.

ASSUMPÇÃO, J. F.P.; FUGAZZA, A. E. C. Execução de orçamento por módulos para obras de construção de edifício. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Salvador, 2000. **Anais.** Salvador, UFBA, 2000. (Cd rom)

CABRAL, E.C. C. **Proposta de metodologia de orçamento operacional para obras de edificação.** Florianópolis, 1988. Dissertação (Mestrado) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Santa Catarina, 151p.

GONZÁLEZ, M. A. S. **Introdução às especificações e custos de obras civil**, 1998. São Leopoldo, Universidade do Vale do Rio dos Sinos, 1998 [Notas de Aula]. [on line] Disponível em <<http://inf.unisinos.br/~gonzalez/ec/apostila/ntaula.html>>. Acessado em 11.07.2001.

LIBRELLOTO, L. I.; FERROLI, P. C. M.; RADOS, G. V. Custos na construção civil: uma análise teórica e comparativa. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, Florianópolis, 1998. **Anais.** Florianópolis, UFSC, 1998, p.399-406.

SILVA, M. B. Olho vivo no orçamento. **Construção Mercado**, n.1, p.40-6, ago. 2001.

SOUZA, U. E. L. **Método para a previsão da produtividade da mão-de-obra e do consumo unitário de materiais para os serviços de fôrmas, armação, concretagem, alvenaria, revestimentos com argamassa, contrapiso, revestimentos com gesso e revestimentos cerâmicos.** São Paulo, 2001. Tese (Livre Docência) – Departamento de Construção Civil da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 357p.

TCPO 10: tabelas de composições de preço para orçamento. 10ed. São Paulo. PINI, 1996.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à CAPES pela concessão da bolsa de doutorado a um dos autores deste artigo.

