

# Automatismos e estimativa orçamental em BIM

<https://doi.org/10.21814/uminho.ed.142.50>

**A. Teresa Afonso<sup>1</sup>, Vasco Leónidas Leal<sup>2</sup>**

<sup>1,2</sup> NLA – Nuno Leónidas Arquitectos, Lda, Oeiras

## Resumo

Com a evolução do BIM na indústria AEC, a criação de automatismos para o aumento da eficiência e produtividade tornou-se uma prioridade dentro da NLA (Nuno Leónidas Arquitectos). Sendo o principal objetivo da equipa de desenvolvimento, a criação de procedimentos e ferramentas que substituam processos repetitivos e manuais, que possam para além de reduzir o tempo da produção, reduzir também o erro humano. Neste artigo apresentaremos uma série de pequenos automatismos essenciais para colmatar limitações do software, com ênfase no processo utilizado para a criação das estimativas orçamentais. Neste momento, a NLA possui um processo que permite a criação do articulado tradicional, diretamente do Revit sendo exportado automaticamente para um documento Excel pré-formatado e pronto a ser partilhado. Este processo envolve não apenas ‘add-ins’ desenvolvidos pela equipa, como também, todo um processo sistematizado na criação do modelo e na gestão e organização da informação. Com este procedimento, conseguimos poupar semanas de trabalho no processamento dos dados extraídos do Revit, permitindo que seja possível proceder à atualização do mapa de quantidades ou estimativa orçamental, com o recurso ao ‘add-in’ proprietário disponível na barra de ferramentas da NLA. Concluimos com a análise dos prós e contras do sistema criado na nossa empresa, em comparação com outras metodologias tradicionais ou híbridas.

## 1. Introdução

O BIM tem alterado radicalmente os processos de medição e exigido que os profissionais envolvidos desenvolvam novas capacidades e que alterem estruturalmente a sua forma de trabalhar. Embora esta evolução seja inevitável e racionalmente lógica, as metodologias BIM para estimativa e medição orçamental, têm tido barreiras tais como as restantes metodologias BIM para toda a indústria AEC. Como discriminado no artigo “Barriers to the adoption of Building Information Modeling”[1] as principais barreiras na adoção são: Falta de consciencialização das mais-valias do BIM e o seu valor de negócio; falta de experiência em BIM e o custo da formação; a resistência à mudança e a complexidade do software.

Na prática concluiu-se que a par da complexidade do software, as suas limitações têm sido também uma barreira. Nem sempre os softwares disponíveis no mercado, embora complexos, têm a capacidade de responder às necessidades práticas e contextuais das equipas de projeto e da indústria em Portugal. Exemplo disto é a estrutura tradicional de um articulado de medições. Assim, na falta de soluções práticas adaptadas às necessidades da empresa foi iniciado um processo de estudo e desenvolvimento de um método interno.

Para facilitar a abordagem ao longo do texto clarificamos alguns termos e siglas:

MQT = Mapa de Quantidades e Trabalhos / BOQ = Bill Of Quantities

MQTP = Mapa de Quantidades, Trabalhos e Preços

Articulado = Documento que compõe e organiza a informação do MQTP

Add-in = Complemento que integra ferramentas não nativas do software

## 2. Metodologia

### 2.1. Identificação dos processos de medição usados na indústria

Consideremos os três principais métodos usados: o método tradicional: em que é feita uma medição manual consolidada num ficheiro de Excel; o método híbrido: em que é utilizado o modelo para extrair parte ou todas as quantidades, sendo a informação gerida, completada e formatada no ficheiro de Excel; o método BIM: no qual o modelo é efetivamente maximizado, sendo importado para um software de medição, e mais tarde exportado para um ficheiro de Excel. Estando o atelier focado num processo totalmente BIM, o método lógico seria o último indicado, e por isso começou a abordar de forma gradual este processo.

## 2.2. Estudo dos softwares de medições disponíveis no mercado

O trabalho foi iniciado com um longo estudo dos vários softwares de medição disponíveis no mercado, de forma a avaliarmos as suas características e adaptabilidade às necessidades do atelier, com base no princípio de garantir a interoperabilidade com o software de modelação utilizado: o Revit.

Nos vários softwares de medição que testámos pudemos concluir: 1 – que baseiam-se num processo de mapeamento, entre os elementos do modelo e um articulado do software de medição; o que se revela bastante eficiente caso seja utilizada uma codificação fixa e transversal aos vários projetos, uma vez que permite um aproveitamento do mapeamento; no entanto, isto não corresponde à realidade do mundo da construção e do projeto em Portugal; 2 – a incapacidade de gerar um documento final estruturado formatado em Excel, de acordo com os standards utilizados pela indústria, em Portugal; isto exigia um trabalho moroso de pós-produção.

Concluiu-se, com este estudo, que para o processo se tornar eficiente, tendo em conta o tempo disponível para a tarefa e as necessidades de 'output', não seria viável depender de softwares de medições externos ao software de modelação. Deveria ser criar um método interno centralizado no modelo e no software de modelação. Este permitiu, através do recurso a um único software para o processo, centralizar a informação, garantindo a sua consistência, poupar tempo em importações, transferências de informação e mapeamentos. Ao reduzir a diversidade de softwares utilizados pelas equipas, foi possível diminuir o tempo necessário para o processo.

## 2.3. Software de modelação

Partindo do pressuposto de que seria utilizado apenas o software de modelação para a produção do MQTP tornou-se necessário analisar limitações, tendo as seguintes sido identificadas: Certos elementos não permitem a extração de quantidades, como é o caso das escadas; As tabelas multi-categoria não permitem extrair as quantidades de todas as categorias, pois só permitem a consulta de parâmetros comuns às várias categorias, o que inviabiliza a utilização de parâmetros como 'area' e 'length', permitindo apenas o 'count' que não cobre todas as situações e a exportação precária para 'Excel', formato exigido atualmente na entrega do MQTP.

## 2.4. Desafio

O desafio seria gerir toda a informação diretamente no modelo de Revit: quantidades, descrições, trabalhos, preços, articulado e exportação. Para isto ser possível tivemos que resolver 3 Situações:

### **Situação 1**

**Problema:** Extrair quantidades de elementos que por sistema não são passíveis de medir, como indicado anteriormente, por exemplo as escadas;

**Solução Proposta / Automatismo 1:** Desenvolver um 'add-in' que com base na informação disponível na base de dados relativamente às escadas, permitisse calcular as áreas dos elementos que a compõe.

**Resultado / Validação:** O 'add-in' foi desenvolvido, testado, os resultados foram comparados com o método tradicional e foi implementado no processo do atelier.

### **Situação 2**

**Problema:** Resolver a limitação das tabelas multi-categoria e criar uma Tabela que compilasse toda a informação, formando o articulado completo;

**Solução Proposta / Automatismo 2:** Desenvolver um 'add-in' que escrevesse as quantidades num parâmetro comum às categorias para assim poder ser incluído numa tabela multi-categoria; Esta solução será descrita com maior detalha, no desenvolver do documento.

**Resultado / Validação:** O 'add-in' foi desenvolvido, testado, os resultados foram comparados com os valores dos parâmetros de sistema e foi implementado no processo do atelier.

### **Situação 3**

**Problema:** Exportar o MQTP para Excel de forma a poder ser partilhado com o cliente e o construtor, incluindo formatação e fórmulas de forma a permitir a sua alteração;

**Solução Proposta / Automatismo 3:** Desenvolver um 'add-in' que exporte a tabela do Revit cumprindo as necessidades anteriormente referidas.

**Resultado / Validação:** O 'add-in' foi desenvolvido e testado. O resultado final é compatível com as exigências da indústria e foi implementado no processo do atelier.

## 2.5 . Preparação do modelo e da informação

A utilização das ferramentas desenvolvidas internamente não exige formação específica da parte do utilizador, a sua interação resume-se à utilização de uma ferramenta através da sua seleção. No entanto, é essencial que os colaboradores tenham conhecimentos consolidados de BIM, de projeto e dos sistemas construtivos de forma a garantirem que os modelos cumprem os requisitos para a execução dos 'add-ins' e assim gerar o MQTP, pois os automatismos irão apenas processar a informação incluída nos modelos / ficheiros.

Todos os elementos a serem considerados no MQTP têm não só que ser modelados (LOG – Level Of Geometry) e especificados (Level Of Information), como têm de ser medíveis e quantificáveis de acordo com a sua tipologia, correndo o risco de grandes omissões e erros no MQTP. Por exemplo, no caso de um vão podemos ter três elementos que o compõe: o vão propriamente dito com a caixilharia e vidro, o peitoril ou soleira e eventualmente uma cantaria / moldura em pedra. De acordo com as

regras de um MQTP as unidades de medição a considerar para os elementos anteriores são diferentes sendo estas respetivamente e pela mesma ordem: unidade, metro linear e metro quadrado. Isto significa que a família que compõe o vão deve ser constituída por famílias aninhadas que corresponderão a diferentes artigos do MQTP, que respeitem as unidades de medição necessárias para a extração de quantidades. Os parâmetros de sistema a serem considerados para cada um dos elementos e novamente por ordem serão: *count*, *length* e *area*. Tendo garantida a parte da qualidade da modelação (LOD – Level of Development) e lembrando que tudo o que tiver que fazer parte do MQTP tem que estar modelado, é necessário ainda garantir o preenchimento da informação que corresponde ao LOI, bem como, campos que permitam organizar o articulado de forma estruturada. Para isto foram criados parâmetros partilhados associados às várias categorias de elementos: *NLA\_Code* (Código do objecto no projeto); *NLA\_BOQ\_Chapter* (Capítulo do MQTP que ordena as categorias da informação correspondentes às diferentes empreitadas, como são exemplo as carpintarias e serralharias); *NLA\_Description* (Descrição do elemento / artigos do MQTP); *NLA\_Unit\_Price* (Preço unitário do Elemento); *NLA\_Measurement\_Unit* (A unidade de medição a ser considerada neste elemento, que informa o automatismo sobre qual o parâmetro de sistema considerar para as quantidades); *NLA\_Quantities* (Parâmetro preenchido pelo automatismo mais à frente abordado com base na unidade de medição definida para o elemento). Foi ainda necessário criar o parâmetro *NLA\_Total\_Price*, neste caso calculado, para chegarmos ao custo final do artigo através da multiplicação dos parâmetros *NLA\_Quantities* e *NLA\_Unit\_Price*.

## 2.6. Auditoria aos ficheiros

Os modelos devem ser auditados antes de extraídas as medições, processo efetuado essencialmente de forma visual através da análise do modelo em vistas 3D com filtros aplicados que permitam identificar os elementos com informação por atribuir, e pela análise de tabelas auxiliares que permitem rever a informação e campos que estejam vazios. É também essencial nesta auditoria, garantir a existência dos elementos e informação necessária, como propriedades que afetem as quantidades, por exemplo, garantir que não existem elementos duplicados, com limites em projeção horizontal ou frontal errados que possam inflacionar as quantidades.

## 2.7. Extração das quantidades – Automatismo / 'Add-in' 2

O parâmetro *NLA\_Quantities* é essencial, pois possibilita a utilização de uma tabela multi-categoria para a criação do articulado. Como referido anteriormente, existe uma limitação dos parâmetros que podem ser importados para uma tabela multi-categoria. Apenas são passíveis de importação, os parâmetros comuns às várias categorias. Assim, foi criado um parâmetro partilhado, transversal às várias categorias para receber a informação das quantidades. Posto isto, foi necessário desenvolver um 'add-in' em 'Python' para o seu preenchimento, que por sua vez vai buscar o parâmetro de sistema adequado, dependendo da informação dada no parâmetro *NLA\_Measurement\_Unit*. A tabela abaixo esquematiza o processo.

Tabela 1: Correspondência das categorias de objetos com as unidades de medição

Categoria	Elemento	NLA_Measurement_Unit	Parâmetro de Sistema (Fonte)	NLA_Quantities (Output)
Doors	Porta	u	Count	3
Railings	Guarda	m	Length	5
Walls	Parede	m2	Area	10
Walls	Rodapé	m	Length	3
Floors	Pavimento	m2	Area	10
Floors	Betão	m3	Volume	30

Com todos os parâmetros preenchidos e com as quantidades atualizadas através da utilização do 'add-in' das quantidades, podemos consultar o MQTP diretamente no ficheiro de Revit.

**Figura 1**  
Articulado – Tabela no  
ficheiro de Revit.

000 Print MQT					
A	B	C	D	E	F
Código	Descritivo MQT	Quantidade	Unidade	Preço Unidade	Preço Total
Capítulo 01 - Estaleiro					
EST01	Montagem e desmontagem de estaleiro, incluindo todas as instalações, ligação provisória	1	VG	5000	5000€
EST02	Fornecimento de apoio de construção civil à em preitada de Electricidade, Telefones, T	1	VG	800	800€
EST03	Idem, Águas, Esgotos e Gaz, incluindo nomeadamente abertura e tapamento de roços e	1	VG	250	250€
EST04	Idem, Ar Condicionado e Ventilação, incluindo nomeadamente abertura e tapamento de r	1	VG	800	800€
		4			6850€
Capítulo 02 - Demolições					
DEM01	Paineis Interiores	11.86	m2	11.04	131€
DEM02	Porta Interior de Madeira	6	un	5.088	31€
DEM03	Pavimento	197.34	m2	9.408	1857€
DEM04	Tectos Falsos	192.83	m2	8.268	1594€
DEM05	Rebaixo de Tectos Falsos	19.96	m2	8.268	165€
DEM06	Parede Tijolo Rebocada	150.35	m2	5.7	857€
		578.34			4634€
Capítulo 03 - Alvenarias, Gesso Cartonado e Argamassas					
22.01	Fornecimento e montagem de Parede múltipla em gesso laminado (12.5+12.5+70+12.5+	39.43	m2	68.954	2719€
22.02	Fornecimento e montagem de Parede múltipla em gesso laminado (12.5+12.5+48+Espa	16.74	m2	76.889	1287€
22.03	Fornecimento e montagem de Parede múltipla em gesso laminado (12.5+12.5+90+12.5+	2.37	m2	70.9435	168€
er.01	Fornecimento e aplicação de Reboco Interior de 2cm	2.15	m2	26.956	58€
		60.7			4232€

## 2.8. Atualização e validação das quantidades

Quando existem alterações aos modelos que afetem o MQTP é necessário executar novamente o 'add-in' 2 para que as quantidades sejam atualizadas.

Embora os automatismos simplifiquem e agilizem os processos, não anulam a necessidade de uma verificação por parte do utilizador, a fim de aferir a existência de eventuais erros.

## 2.9. Exportação – Automatismo / 'Add-in' 3

Foi desenvolvido um 'add-in' em 'C#', que permite o acesso direto à informação da Tabela, a pré-formatação de toda a informação, composição do número sequencial

de articulado por capítulo, definição e preenchimento de toda a informação do cabeçalho, bem como, logotipo, criação de fórmulas de cálculo para cada célula de forma dinâmica, permitindo calcular não apenas o valor final por linha, como o total parcial por capítulo, e ainda o total final do mapa de quantidades, gerando um ficheiro folha de cálculo com toda esta informação compilada. Todo o processo, não depende da existência da aplicação (ex: Excel) sendo gerado através de variáveis programadas, no que toca a dimensões, e variáveis dinâmicas para parte da informação de suporte. O 'add-in' dispõe de um formulário de configurações que permite definir os 'labels', ou seja, os títulos e informação de cabeçalho a integrar o MQTP, assim como identificar que parâmetros do Revit serão exportados para o MQTP e definir qual a tabela a utilizar. Estas definições são guardadas num ficheiro de configuração, sendo a base de exportação, até serem novamente alteradas.

**Figura 2**  
Gerador de BOQ  
– Definições de  
exportação.

**Figura 3**  
Gerador de BOQ – Botão  
para gerar o documento  
final.

É ainda gerado o nome do ficheiro de forma automática, com base no campo de código de projeto, podendo o mesmo ser também configurado manualmente, e escolher qual a localização para o ficheiro.

As fórmulas automáticas geradas, permitem abrir o ficheiro de folha de cálculo em modo de edição, e alterar manualmente valores de quantidades ou preços unitários, sendo o mesmo refletido automaticamente no preço total, total de capítulo e total final, devido às fórmulas introduzidas pelo 'add-in', permitindo assim ao utilizador final, cliente ou construtor, fazer pequenos ajustes que considere necessários.

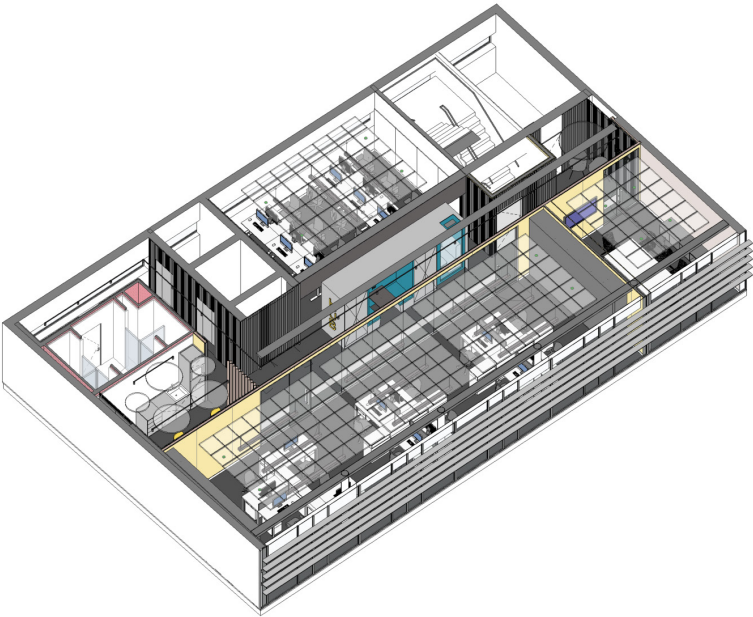
**Figura 4**  
Gerador de BOQ –  
Documento Exportado.

N L A		ESTIMATIVA ORÇAMENTAL						
CLIENTE:		- REGIÃO SUL						
PROJECTO: REMODELAÇÃO 4º PISO					DATA: 02/12/2023			
CÓDIGO: 489					REVISÃO Nº: 01			
FASE: PROJECTO DE EXECUÇÃO					DATA VER: 05/12/2023			
ARQUITECTURA								
ART.	CÓDIGO	DESCRIÇÃO	QT	UN	PREÇO / UN	PREÇO TOTAL		
Capítulo 01 - Estaleiro								
01.001	EST01	Montagem e desmontagem de estaleiro, incluindo todas as instalações, ligação provisória de redes de águas, esgotos, energia e comunicações, acessos e todos os trabalhos e equipamentos necessários à execução da obra.	1	VG	5,000.00 €	=SUM(B11:F11)		

3. Caso de estudo

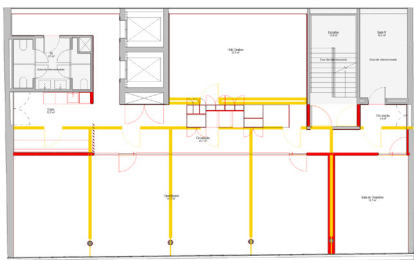
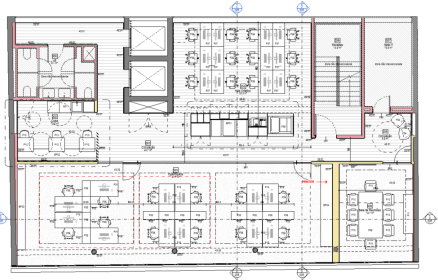

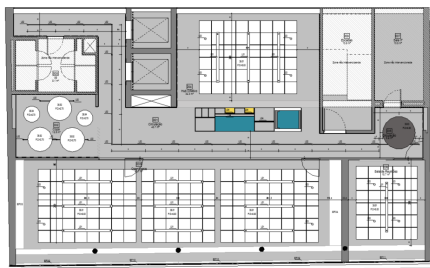
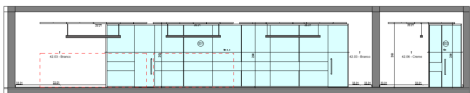
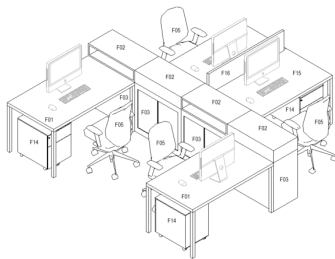
Este método foi posto à prova na remodelação de um pequeno piso de escritórios. O existente foi modelado, as demolições definidas, todos os elementos da construção proposta foram integrados, assim como todos os equipamentos e mobiliário.

**Figura 5**  
Projeto Caso de Estudo.





O projeto de execução foi integralmente desenvolvido em Revit, abaixo a lista de elementos que o compõe. Todas as descrições, trabalhos e preços foram geridos diretamente no modelo.

Elemento de entrega	Tipo de elemento de Revit / Notas	Imagem Exemplo
Cores Convencionais	Floor Plan  As fases integram também o MQTP. Foram atribuídas descrições e preços aos elementos a demolir.	
Planta	Floor Plan  Todos os elementos estão codificados e identificados nos desenhos.	
Planta de Pinturas	Floor Plan  A planta de pinturas serve também como elemento de trabalho essencial na atribuição dos acabamentos e garantia de que os mesmos são considerados no MQTP.	
Planta de Tetos	Ceiling Plan  Todos os elementos estão codificados e identificados nos desenhos.	
Cortes	Sections	
Layouts	3Ds  Os layouts foram definidos no modelo com famílias de objetos codificados, prontos a integrar o MQTP	



eficiente para o atelier tendo em conta as suas necessidades. O método foi desenvolvido no último ano, as ferramentas foram desenvolvidas em 3 meses de trabalho descontínuo de duas pessoas, ambas com conhecimentos de arquitetura e programação. Apesar do investimento temporal considerável, este é visto como um investimento pois a ferramenta será utilizada em projetos futuros, sem necessidade de adaptação individual. O desenvolvimento de uma ferramenta personalizada para um atelier tem custos essencialmente associados ao tempo, mas recolhe frutos a longo prazo no tempo poupado na criação do MQTP de cada projeto. Até à utilização deste método, o processo de medições, embora já híbrido e não tradicional, como anteriormente explicado, era ainda moroso e falível. Dependia da conclusão do projeto para poder avançar, exigia uma pessoa dedicada à tarefa, comprometendo a data de entrega do projeto. Com este método, o MQTP começa a ser preparado à data da criação do modelo, estando finalizado com o fim da definição do projeto e da preparação do pacote de elementos desenhados e escritos. Comprovámos que assim, poupamos semanas de trabalho de colaboradores dedicados à tarefa e que conseguimos diminuir drasticamente os erros e omissões consequentes da falha humana.

Este processo continuará a ser desenvolvido e aperfeiçoado, tendo sempre em mente o aumento da produtividade e do rigor das medições e estimativas orçamentais.

## Referências

- [1] Otasowie, K., Aigbavboa, C., Ikuabe, M., Adekunle, P., Oke A., & Adekunle, S. (2023). Barriers to the adoption of building information modeling in quantity surveying practice in South Africa. *Proceedings of the 31st Annual - Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC31)*, 41-49
- [2] Gervase Cunningham, Sharon McClements, Mark McKane, and David Comiskey. Incorporating Building Information Modelling learning on BSc(Hons) Quantity Surveying & Commercial Management programme at Ulster University. School of the Built Environment, Ulster University – CITA BIM Gathering 2017, November 23rd – 24th 2017