

DATA ENRICHMENT - DYNAMO WORKFLOW

André Santos

(1) Claranet Portugal, Lisboa

Resumo

No âmbito da metodologia *Building Information Modeling* (BIM), a qualidade, consistência e escalabilidade da informação associada aos elementos do modelo constituem fatores determinantes para a interoperabilidade entre disciplinas e para a fiabilidade das análises realizadas ao longo do ciclo de vida do empreendimento. Para além da representação geométrica, os modelos BIM funcionam como repositórios estruturados de dados, cuja integridade influencia diretamente processos de coordenação, extração de quantidades, estimativa de custos, avaliação de desempenho e gestão de ativos.

Em ambientes Autodesk Revit, a atribuição manual de parâmetros a um elevado número de elementos representa um processo moroso, repetitivo e altamente suscetível a erro humano, sobretudo em projetos de média e grande escala. Estas limitações comprometem a consistência da informação e reduzem o potencial do BIM enquanto metodologia orientada por dados.

O presente artigo apresenta um workflow automatizado desenvolvido em Dynamo que permite o enriquecimento sistemático de dados (*data enrichment*) em modelos Revit através da integração de informação estruturada proveniente de folhas de cálculo Excel. A metodologia baseia-se numa técnica de correspondência estrutural por índices, estabelecendo uma relação direta e independente de categoria entre dados externos e elementos do modelo BIM.

O processo compreende a leitura estruturada dos dados do Excel, a recolha universal dos elementos visíveis na *active view* do Revit, a identificação de correspondências através *dos type names* e a reorganização dos elementos do modelo em estruturas de dados paralelas. Este alinhamento possibilita a atribuição automática e escalável de *type parameters* e *instance parameters*.

O workflow demonstra particular relevância em contextos de coordenação BIM, gestão de ativos e preparação de modelos para análises subsequentes, como custos, sustentabilidade e manutenção. A abordagem contribui para a automatização de tarefas repetitivas, reduzindo erros humanos, aumentando a produtividade e promovendo uma gestão da informação mais consistente, rastreável e escalável.

1. Introdução

A adoção da metodologia *Building Information Modeling* (BIM) tem vindo a transformar profundamente os processos de projeto, construção e operação no setor da Arquitetura, Engenharia e Construção (AEC). Ao contrário dos métodos tradicionais baseados essencialmente em representação gráfica bidimensional, o BIM assenta em modelos digitais paramétricos que integram geometria, informação semântica e relações lógicas entre elementos. O valor central do BIM reside na informação associada aos objetos do modelo. Parâmetros de classificação, planeamento, custo, desempenho e manutenção permitem que o modelo funcione como um repositório de dados estruturados, suportando processos de coordenação multidisciplinar e tomada de decisão ao longo do ciclo de vida do ativo construído.

Contudo, à medida que os modelos aumentam em dimensão e complexidade, a gestão coerente dessa informação torna-se um desafio operacional significativo. Em ambientes Autodesk Revit, a introdução manual de parâmetros, quer ao nível de tipo quer ao nível de instância, constitui um processo intensivo em tempo, repetitivo e propenso a inconsistências, sobretudo em projetos com grande número de elementos semelhantes.

Estas limitações evidenciam a necessidade de estratégias de automação que permitam enriquecer modelos BIM de forma fiável, escalável e repetível, assegurando a qualidade da informação e a confiança nos dados utilizados para análises técnicas e económicas.

2. Estado da Arte: BIM e Automação da Informação

O BIM evoluiu progressivamente de uma ferramenta de modelação tridimensional para um paradigma informacional orientado à gestão integrada de dados. Os modelos BIM são atualmente utilizados como suporte a múltiplas dimensões analíticas, incluindo planeamento, estimativa de custos, avaliação de sustentabilidade e gestão de ativos.

Esta evolução conduziu a um aumento significativo da quantidade de informação associada aos elementos do modelo. Em projetos de média e grande escala, a manutenção manual destes dados revela-se ineficiente e suscetível a erro, comprometendo a interoperabilidade e a fiabilidade das análises baseadas no modelo.

A automação de processos BIM surge, assim, como um componente essencial da maturidade digital no setor AEC. As abordagens de automação variam desde sistemas baseados em regras até fluxos de trabalho desenvolvidos através de programação textual ou visual, verificando-se uma tendência crescente para metodologias orientadas por dados.

A introdução do Dynamo para Revit desempenhou um papel determinante na disseminação destas práticas. Através de programação visual baseada em grafos, o Dynamo permite o acesso direto à *Revit API*, possibilitando a manipulação massiva de elementos, a extração e transformação de dados e a atribuição automatizada de parâmetros.

Apesar do seu potencial, muitos workflows existentes continuam dependentes de categorias específicas, ordenações explícitas de listas ou identificadores internos dos elementos (*Element IDs*). Estas dependências reduzem a robustez dos scripts, dificultam a sua reutilização e tornam-nos sensíveis a alterações do modelo.

Paralelamente, o recurso a folhas de cálculo Excel como base de dados externa mantém-se amplamente difundido devido à sua flexibilidade, acessibilidade e facilidade de validação. Contudo, a correspondência fiável entre estruturas tabulares e elementos BIM permanece um

desafio técnico relevante. Abordagens baseadas em correspondência direta por identificadores ou ordenações manuais revelam-se frágeis em ambientes de projeto iterativos.

Neste contexto, o workflow apresentado estabelece relações através de chaves semânticas comuns, como os *type names*, e da preservação de relações posicionais. Esta abordagem permite maior estabilidade, escalabilidade e independência da estrutura interna do modelo, aproximando os workflows BIM de princípios consolidados da engenharia de dados.

3. Estrutura de Dados

A folha de cálculo Excel funciona como base de dados externa estruturada. Cada linha representa um *family type* existente no Revit, sendo a primeira coluna dedicada ao respetivo *type name*. As colunas subsequentes armazenam os valores dos parâmetros a importar, como códigos de classificação, descrições técnicas, unidades de medida ou dados de custo.

A importação dos dados para o Dynamo é realizada através de nós como *Data.ImportExcel*, resultando numa estrutura de listas hierárquica onde cada sublista corresponde a uma linha do Excel. Esta organização preserva a estrutura tabular original e constitui a base do processo de correspondência.

A consistência entre os *type names* definidos no Excel e os existentes no modelo Revit é condição essencial para o funcionamento do método, reforçando a importância da definição de convenções de nomenclatura desde as fases iniciais do projeto.

4. Metodologia de Correspondência Estrutural por Índices em Estruturas de Listas

O núcleo conceptual do workflow desenvolvido assenta numa metodologia de correspondência estrutural por índices entre dados externos provenientes do Excel e os elementos do modelo. Esta abordagem foi concebida para responder a limitações recorrentes identificadas em workflows BIM tradicionais, nomeadamente a dependência excessiva de categorias, identificadores internos (*Element IDs*) e ordenações manuais de listas.

A metodologia proposta baseia-se no princípio de que a correspondência entre diferentes fontes de dados não necessita de ser estabelecida ao nível da identidade individual de cada elemento, podendo ser realizada de forma mais robusta através do alinhamento entre estruturas de dados paralelas, desde que exista uma chave semântica comum.

4.1 Recolha de Elementos do Modelo

O processo inicia-se com a recolha de todos os elementos visíveis na *active view* do Revit, recorrendo ao nó *All Elements in Active View*. Esta opção metodológica apresenta vantagens relevantes quando comparada com abordagens baseadas em filtragem por categoria.

Em primeiro lugar, permite que o workflow seja completamente independente da tipologia dos elementos envolvidos. Elementos arquitetónicos, estruturais ou MEP podem ser processados simultaneamente, desde que se encontrem visíveis na vista ativa. Esta característica contribui de forma significativa para a generalização e reutilização do método.

Em segundo lugar, a recolha baseada na vista ativa introduz um mecanismo implícito de controlo do domínio de aplicação do workflow, permitindo ao utilizador definir explicitamente o conjunto de elementos a processar através da gestão de vistas no Revit.

O resultado desta etapa consiste numa lista plana de elementos do Revit, cuja ordem interna é mantida ao longo de todo o processo. Esta preservação da ordem posicional assume papel fundamental na correspondência baseada em índices descrita nas secções seguintes.

4.2 Extração dos *Type Names* dos Elementos do Modelo

Após a recolha dos elementos, procede-se à extração do respetivo *type name* através do nó *FamilyType.Name*. Esta operação gera uma lista unidimensional de *type names* cuja correspondência com a lista de elementos é estritamente posicional.

Formalmente, pode-se considerar que existe uma relação biunívoca entre ambas as listas:

- o elemento na posição *i* da lista de elementos corresponde ao *type name* na posição *i* da lista de *type names*.

Esta relação posicional constitui a base matemática da metodologia proposta. Ao invés de estabelecer ligações diretas entre objetos, o método preserva relações indexadas entre listas paralelas, explorando a forma como o Dynamo processa estruturas de dados hierárquicas.

A utilização do *type name* como chave semântica apresenta vantagens adicionais, uma vez que este identificador permanece estável ao longo do ciclo de vida do projeto, ao contrário dos *Element IDs*, que podem variar entre cópias de modelos, *linked files* ou processos de sincronização.

4.3 Leitura e Estruturação dos Dados do Excel como Sublistas

Em paralelo, os dados externos são importados para o Dynamo através de nós como *Data.ImportExcel*. O resultado desta operação corresponde a uma lista de sublistas, onde cada sublista representa uma linha da folha de cálculo.

Cada sublista apresenta a seguinte estrutura conceptual:

- posição 0 → *type name*
- posições subsequentes → valores dos parâmetros associados ao tipo

Esta organização reflete diretamente a lógica tabular do Excel e é preservada intencionalmente ao longo do workflow, evitando transformações que poderiam comprometer a clareza estrutural dos dados.

A extração dos *type names* do Excel é realizada através do nó *List.GetItemAtIndex* com índice 0, resultando numa lista unidimensional que funciona como conjunto de chaves de correspondência entre a base de dados externa e o modelo BIM.

4.4 Metodologia de Correspondência Estrutural por Índices

O processo de correspondência propriamente dito é implementado através do nó *List.AllIndicesOf*. Para cada *type name* proveniente do Excel, este nó pesquisa todas as ocorrências do mesmo valor na lista de *type names* extraída do Revit.

O resultado desta operação é uma lista de índices que identifica todas as posições onde esse tipo ocorre no modelo. Este procedimento é repetido automaticamente para cada *type name* presente no Excel, originando uma lista de listas de índices.

Cada sublista de índices corresponde exatamente a uma linha da folha de cálculo e contém todas as instâncias desse tipo existentes no modelo. Desta forma, estabelece-se uma correspondência estrutural direta entre:

- cada linha do Excel
- cada conjunto de instâncias do mesmo tipo no Revit

Importa salientar que este processo não envolve qualquer ordenação, filtragem ou agrupamento explícito. A correspondência é determinada exclusivamente pela posição dos índices, garantindo elevada transparência e previsibilidade do comportamento do workflow.

4.5 Reorganização dos Elementos

Com a estrutura de índices definida, procede-se à reorganização da lista plana de elementos do modelo numa estrutura hierárquica de sublistas, recorrendo ao nó *List.GetItemAtIndex*.

Ao aplicar este nó à lista original de elementos, utilizando como entrada a lista completa de índices, o Dynamo processa automaticamente cada sublista de forma independente. O resultado é uma nova estrutura de dados composta por sublistas de elementos, onde cada sublista contém todas as instâncias de um determinado *family type*.

Esta transformação representa um ponto crítico do método, pois converte uma coleção arbitrária de elementos numa estrutura organizada que replica exatamente a organização da base de dados externa.

A partir deste momento, os dados do Excel e os elementos do Revit encontram-se estruturalmente alinhados, permitindo a atribuição de parâmetros sem necessidade de lógica adicional de correspondência.

4.6 Verificações e Validação do Processo

A metodologia de correspondência por índices apresenta comportamento previsível perante diferentes cenários:

- se um *type name* existir no Excel mas não no modelo, é gerada uma sublista vazia de índices;
- se existirem elementos no modelo cujos *type names* não estejam no Excel, estes não são incluídos no processo de atribuição.

Estas sublistas vazias podem ser exploradas como mecanismos de validação, permitindo identificar incoerências entre o modelo BIM e a base de dados externa antes da escrita de parâmetros.

Desta forma, o workflow funciona simultaneamente como ferramenta de enriquecimento de dados e como instrumento de controlo de qualidade da informação.

5. Atribuição de Parâmetros Usando Correspondência Estrutural por Índices

Uma vez estabelecida a correspondência estrutural entre os dados externos e os elementos do modelo, o workflow entra na fase de atribuição efetiva de parâmetros. Esta etapa tira partido direto da organização hierárquica previamente construída, permitindo uma escrita de dados fiável, escalável e computacionalmente eficiente.

5.1 Estrutura Geral do Ciclo de Atribuição de Parâmetros

Um dos princípios fundamentais da metodologia proposta consiste na separação clara entre:

- fase de correspondência estrutural;
- fase de atribuição de parâmetros.

Esta separação aumenta significativamente a clareza conceptual do workflow, permitindo que a correspondência seja executada uma única vez e reutilizada para a atribuição de múltiplos parâmetros.

Do ponto de vista computacional, esta abordagem reduz a complexidade do processo e evita repetições desnecessárias de operações de pesquisa

5.2 Extração de Valores de Parâmetros

Os valores dos parâmetros encontram-se armazenados nas posições subseqüentes de cada sublista do Excel. Para extrair um parâmetro específico, utiliza-se o nó *List.GetItemAtIndex* aplicado à estrutura completa de dados, indicando o índice correspondente à coluna pretendida. Quando aplicado a uma lista de sublistas, o Dynamo executa a extração em paralelo, produzindo uma lista unidimensional de valores de parâmetros cuja ordem corresponde exatamente à estrutura dos tipos definidos no Excel.

Esta lista mantém alinhamento estrutural direto com as sublistas de elementos do Revit, eliminando a necessidade de iterações explícitas.

5.3 Alinhamento Estrutural

Cada valor de parâmetro extraído do Excel corresponde a um *family type* específico, enquanto cada sublista de elementos do Revit contém múltiplas instâncias desse tipo.

Estabelece-se, assim, uma relação estrutural do tipo um para muitos.

O mecanismo de replicação automática do Dynamo assegura que cada valor é corretamente emparelhado com a sublista de elementos correspondente, mantendo consistência total entre instâncias do mesmo tipo.

5.4 Definição de Valores de Parâmetros

A atribuição efetiva dos valores é realizada através do nó *Element.SetParameterByName*, que recebe:

- a lista hierárquica de elementos;
- o nome do parâmetro como texto;
- a lista de valores correspondentes.

Graças à correspondência estrutural previamente estabelecida, o Dynamo replica automaticamente cada valor ao longo da sublista de elementos respetiva, assegurando comportamento previsível e consistente.

Este método é particularmente eficaz para *type parameters*, mas pode igualmente ser aplicado a *instance parameters*, mantendo-se a lógica estrutural.

5.5 Gestão de *List Levels*

A correta definição dos *list levels* assume importância crítica nesta fase. Tipicamente:

- a entrada dos elementos opera ao nível L2, garantindo processamento individual;
- os valores e nomes dos parâmetros permanecem ao nível L1.

Esta configuração permite que o mesmo valor seja aplicado a todas as instâncias de um tipo, respeitando simultaneamente a granularidade necessária à escrita individual dos parâmetros.

5.6 Escalabilidade e Reutilização do Processo

Uma vez criada a estrutura de correspondência, a atribuição de novos parâmetros exige apenas a extração de novas colunas do Excel e a sua ligação ao nó de escrita.

Desta forma, o custo computacional adicional é mínimo, tornando o workflow altamente escalável. O método revela-se particularmente adequado para projetos com elevado volume de dados e ciclos frequentes de atualização da informação.

6. Aplicação em Caso de Estudo Real

De forma a avaliar a aplicabilidade prática e o desempenho do workflow proposto, foi realizada a sua implementação num modelo BIM real em ambiente Autodesk Revit, no contexto de um projeto estrutural em fase de desenvolvimento.

O modelo analisado continha aproximadamente 850 elementos, distribuídos por 12 *family types* distintos, incluindo vigas, pilares, lajes e elementos de fundação. A base de dados externa, estruturada em Microsoft Excel, incluía 6 parâmetros por tipo, abrangendo informação de classificação, descrição técnica e dados de custo.

6.1 Processo Tradicional vs Automatizado

Antes da implementação do workflow, a atribuição de parâmetros era realizada manualmente, através de edição direta no Revit. Este processo apresentava uma duração média de 5 a 6 horas, considerando:

- seleção manual de elementos;
- identificação de tipos;
- introdução individual de valores;
- verificação de consistência.

Com a aplicação do workflow desenvolvido em Dynamo, o processo completo, incluindo leitura dos dados, correspondência estrutural e atribuição de parâmetros, foi executado em aproximadamente 10 a 15 minutos.

6.2 Resultados Obtidos

A utilização do workflow permitiu:

- redução superior a 95% no tempo de processamento;
- eliminação de erros de introdução manual, garantindo consistência entre instâncias;
- repetibilidade total do processo, permitindo atualizações sucessivas.

Tabela 1: Resultados Obtidos

Métrica	Valor
Nº de elementos processados	~850
Nº de family types	12
Nº de parâmetros atribuídos	6
Tempo manual estimado	5-6 horas
Tempo automatizado	10-15 minutos
Redução de tempo	>95%

6.3 Validação do Método

Durante a execução, verificou-se que:

- todos os elementos com correspondência válida foram corretamente parametrizados;
- sublistas vazias geradas pelo método permitiram identificar tipos presentes no Excel mas ausentes no modelo, funcionando como mecanismo de controlo de qualidade;
- elementos sem correspondência não foram afetados, preservando a integridade do modelo.

7. Discussão e Aplicações Práticas

A metodologia apresentada demonstra elevada aplicabilidade prática em ambientes profissionais BIM, sobretudo em contextos onde a gestão massiva de informação é crítica. A independência relativamente às categorias do Revit permite que o mesmo workflow seja aplicado a elementos arquitetónicos, estruturais ou MEP, sem necessidade de adaptação do núcleo lógico.

A separação entre modelação geométrica e gestão da informação favorece a colaboração entre equipas técnicas e não técnicas, permitindo que os dados sejam preparados e validados externamente sem comprometer a integridade do modelo BIM.

A reutilização da mesma estrutura de correspondência para múltiplos parâmetros reduz significativamente a complexidade do workflow e aumenta a sua escalabilidade, tornando-o adequado a projetos de grande dimensão e a processos iterativos de atualização da informação.

8. Conclusão

Este artigo apresentou um workflow automatizado desenvolvido em Dynamo para o enriquecimento de dados em modelos BIM, baseado numa metodologia de correspondência estrutural por índices entre dados externos e elementos do modelo Autodesk Revit.

A abordagem proposta permite a atribuição fiável e escalável de *type parameters* e *instance parameters*, eliminando processos manuais repetitivos e reduzindo significativamente a probabilidade de erro humano. A técnica de correspondência por índices demonstrou elevada robustez, uma vez que estabelece alinhamento direto entre fontes de dados sem dependência de categorias, ordenações ou agrupamentos específicos.

A metodologia contribui para o avanço das práticas de automação em BIM, oferecendo uma solução replicável, transparente e orientada a problemas reais de projeto. Trabalhos futuros poderão explorar a validação automática de tipos de parâmetros, a integração bidirecional com bases de dados externas e a aplicação do método em ambientes CDE e fluxos colaborativos mais amplos.

Referências

- [1] Autodesk, *Dynamo Primer*, Autodesk Inc.
- [2] Dynamo, *Nested List Management in Dynamo*. Retrieved from <https://dynamobim.org>
- [3] Revit API Documentation, *Element Parameters and Properties*, Autodesk Developer Network
- [4] Tedeschi, A., & Wirz, F., *AAD Algorithms-Aided Design: Parametric Strategies using Grasshopper*. Le Penseur Publisher, 2014.