



## **Estudo de Algoritmo para Formação de Cidades Inteligentes usando BIM (Building Information Modeling) e Banco de Dados**

Alberto Leandro Silva Santos

Superior de Tecnologia em Inteligência Artificial-UNINASSAU

Pós business intelligence e analytics

### **Introdução**

As cidades brasileiras frequentemente crescem de forma desordenada, resultando em problemas de infraestrutura e planejamento urbano. Em muitos casos, a gestão do crescimento urbano no Brasil é tratada como uma medida paliativa: as pessoas invadem determinadas áreas devido a problemas sociais e, posteriormente, a prefeitura ou o governo aparecem para fazer instalações necessárias, como redes hidrossanitárias, elétricas e de internet. Como arquiteto e urbanista, posso afirmar que esse é um cenário comum em nosso cotidiano. Profissionais da área geralmente são contratados para realizar análises descritivas, que apenas identificam o que já aconteceu, sem uma abordagem preditiva ou prescritiva.

### **Objetivo**

O objetivo deste estudo é propor um algoritmo que colete dados de cada projeto residencial ou comercial baseado na plataforma BIM (Building Information Modeling). Este algoritmo recolheria dados paramétricos das construções e alimentaria um banco de dados municipal. Com esses dados, seria possível realizar análises preditivas para identificar tendências futuras e análises prescritivas para gerar recomendações de investimentos para a cidade.

### **Contexto Legal e Tecnológico**

A Lei nº 10.306 de 2 de abril de 2020, estabeleceu a obrigatoriedade gradual da utilização da plataforma BIM no Brasil, dividida em três fases até 2023. Inicialmente voltada para obras públicas, a lei visa a compatibilização entre projetos estruturais, elétricos, hidráulicos e arquitetônicos. Objetos paramétricos

em BIM funcionam de maneira semelhante à programação orientada a objetos, onde cada elemento da construção possui características detalhadas.

Por exemplo, consideremos uma cadeira: de que material é feita? Que tipo de madeira? Que tipo de parafuso? Qual fabricante? Esse nível de detalhe se aplica também a componentes maiores, como uma parede de uma residência: tipo de tijolo, tipo de reboco, tipo de concreto e sua resistência, tipos de ferragens e a quantidade utilizada.

### Importância da Padronização

Para facilitar a compreensão de pessoas que não são da área da construção civil, é necessário padronizar os dados que um empreendimento teria e simplificar a captura desses dados para nosso banco de dados. Inicialmente, vamos organizar alguns parâmetros relevantes e definir os softwares padrão ou extensões de arquivos, como o formato .IFC (Industry Foundation Classes).

### Metodologia

#### Identificação dos Parâmetros Relevantes:

- **Parâmetros BIM típicos:** altura, área, volume, materiais, eficiência energética.
- **Dados administrativos:** endereços, proprietários, status legal.
- **Dados financeiros:** valores de impostos, taxas, custos de manutenção.
- **Dados de uso:** ocupação, tipo de uso (residencial, comercial, industrial), número de unidades.

#### Fontes de Dados:

- **Modelos BIM:** Revit, ArchiCAD, etc.
- **Bases de dados municipais:** cadastro imobiliário, secretaria de finanças, secretarias de planejamento urbano.
- **Sistemas de Informação Geográfica (SIG):** para integração de dados espaciais.
- **Sensores IoT:** para dados em tempo real, como consumo energético e condições ambientais.

#### Integração de Dados:

- **Interoperabilidade:** Uso de formatos interoperáveis como IFC para garantir que diferentes softwares possam trocar dados.
- **ETL (Extract, Transform, Load):** Desenvolvimento de processos para extrair dados dos modelos BIM, transformá-los conforme necessário e carregá-los no banco de dados central.

### Armazenamento e Gestão de Dados:

- Implementação de práticas de governança de dados para assegurar a qualidade e integridade dos dados.
- Escolha de um banco de dados que suporte tanto dados estruturados quanto semi-estruturados, como MongoDB.

### Visualização e Análise de Dados:

- Utilização do Power BI para criar dashboards interativos que permitam a análise e visualização dos dados para suporte à tomada de decisão.
- Desenvolvimento de métricas e KPIs (Key Performance Indicators) relevantes para a gestão urbana.

Citados os processos mais indicados vamos desenvolver o algoritmo para o problema de extração de dados de um modelo BIM e alimentar um banco de dados através de uma ETL vamos Extrair os dados paramétricos dados como exemplo uma residência e do modelo BIM Transformar e Carregar no banco de dados.

### Detalhamento do Algoritmo

#### 1. Extração dos Dados BIM

Primeiro, carregamos o modelo IFC usando a biblioteca ifcopenshell. Em seguida, iteramos sobre os elementos do tipo IfcBuilding para extrair informações específicas como nome, altura, área e volume de cada edifício.

#### 2. Transformação dos Dados

Os dados extraídos são transformados em um formato consistente. Cada edifício é representado por um dicionário com as seguintes chaves:

building\_name: Nome do edifício.

building\_height: Altura do edifício.

building\_area: Área total do edifício.

building\_volume: Volume total do edifício.

### 3. Carregamento dos Dados no Banco de Dados

Conectamos ao banco de dados MongoDB e inserimos os dados transformados na coleção especificada. Este processo garante que os dados estejam disponíveis para análise e visualização futura.

---

Exemplo de Modelo Prático usando linguagem Python:

```
python Copy code

import ifcopenshell
import pymongo

def extract_bim_data(ifc_file_path):
    model = ifcopenshell.open(ifc_file_path)
    data = []
    for building in model.by_type("IfcBuilding"):
        building_data = {
            "name": building.Name,
            "height": building.OverallHeight,
            "area": building.GrossFloorArea,
            "volume": building.GrossVolume
        }
        data.append(building_data)
    return data

def transform_data(raw_data):
    transformed_data = []
    for item in raw_data:
        transformed_item = {
            "building_name": item["name"],
            "building_height": item["height"],
            "building_area": item["area"],
            "building_volume": item["volume"]
        }
        transformed_data.append(transformed_item)
    return transformed_data

def load_data_to_db(transformed_data, db_name, collection_name):
    client = pymongo.MongoClient("mongodb://localhost:27017/")
    db = client[db_name]
    collection = db[collection_name]
    collection.insert_many(transformed_data)

ifc_file_path = "path/to/your/model.ifc"
raw_data = extract_bim_data(ifc_file_path)
transformed_data = transform_data(raw_data)
load_data_to_db(transformed_data, "city_database", "building_data")
```

Obs: Modelo Prático do código foi gerado por inteligência artificial formado com base nos processos pesquisados e trabalhos de maneira pratica por arquitetos e urbanista revisados pelo autor.

## Explicação do Código:

Função `extract_bim_data`: Carrega o modelo IFC e extrai dados relevantes dos edifícios.

Função `transform_data`: Transforma os dados extraídos para um formato consistente.

Função `load_data_to_db`: Conecta ao MongoDB e carrega os dados transformados na coleção especificada.

Este algoritmo exemplifica como dados BIM podem ser integrados a um banco de dados central, idealizando um conceito de cidades inteligentes baseado em projetos BIM fornecendo uma base sólida para análises avançadas e tomada de decisão na gestão urbana e pública. A implementação de tal sistema pode transformar a maneira como as cidades planejam e gerenciam seu crescimento e desenvolvimento além de maior performance nos investimentos de obras e manutenções públicas.

## **Livros e Pesquisas Acadêmicas**

### Livros:

"BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers and Contractors" - Chuck Eastman et al.

"Big Data and Smart Digital Environment" - Lin Zhang, Bin Wu, Jianwei Shen.

"Smart Cities: Big Data, Civic Hackers, and the Quest for a New Utopia" - Anthony M. Townsend.

### Pesquisas Acadêmicas:

"Building Information Modeling for Smart Cities: Towards a User-Centric Approach" - Artigos que discutem a aplicação de BIM em cidades inteligentes.

"Integration of BIM and GIS: The Development of the CityGML GeoBIM Extension" - Artigos sobre a integração de BIM e SIG.

"Data-driven decision-making in smart city planning" - Pesquisas focadas em como os dados são utilizados para tomada de decisão em cidades inteligentes.

"CityGML in the Integration of BIM and the GIS: Challenges and Opportunities"

-<https://www.mdpi.com/2075-5309/13/7/1758>

"Modelagem e implementação de um banco de dados tridimensional baseado no padrão citygml"-

<https://www.ocs.cobrac.ufsc.br/index.php/cobrac/cobrac2020/paper/viewFile/780/320>

Explorando IA Generativa em um Pipeline de ETL com Python:

<https://www.dio.me/certificate/R24BK12M/share>