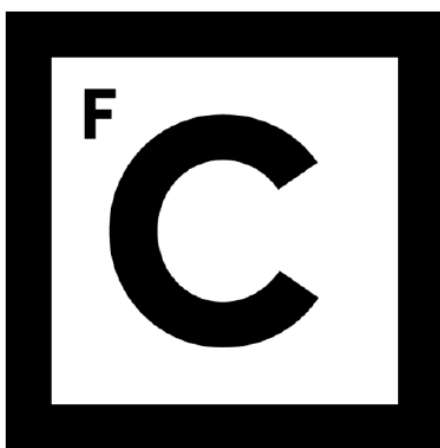


Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa

Departamento de Engenharia Geográfica, Geofísica e Energia

Sistemas de Localização e Geoinformação



**Ciências
ULisboa**

Sistema de Localização da FCUL

Realizado por:

João David N°42635

Mário Balão N°46764

Índice

Índice de figura.....	2
1 Resumo	3
2 Introdução.....	3
4 Desenvolvimento da Base de Dados	3
4.1 Modelo de dados OMT-G	3
4.1.1 Classes	4
4.1.2 Relacionamentos.....	4
4.2 Arquitetura do Sistema	5
4.3 Criação da base de dados.....	6
4.3.1 Tabelas Associativas	7
4.3.2 Queries	8
4.3.3 Criação de Redes	8
4.3.4 Base de Dados Final	9
5 Publicação de Serviços	11
6 Criação da Aplicação Web	11
7 Conclusão	13
8 Referências.....	14
ANEXO A – Diagrama OMT-G	15
ANEXO B – TUTORIAL AGIS COOKBOOK -V2016	16

Índice de figura

Figura 1 Associação simples	4
Figura 2 Cardinalidade.....	4
Figura 3 Generalização	5
Figura 4 Agregação	5
Figura 5 Implementação do Diagrama de Classes no ArcGis.....	6
Figura 6 Mapa com toda a informação carregada.....	6
Figura 7 Tabela Associativa	7
Figura 8 Erro de Caminho	8
Figura 9 Rede de Caminhos Final	9
Figura 10 Base de Dados Elementos Georreferenciados	10
Figura 11 Base de Dados Final.....	10
Figura 12 Aplicação web. Exemplo de caminho.....	12

1 Resumo

O projeto em questão pode ser dividido em 3 fases: arquitetura, offline e online.

A fase arquitetura passa pelo desenvolvimento de um diagrama de classes correspondente à base de dados a criar no seguimento do projeto.

A segunda fase é caracterizada pela construção da base de dados.

Por último, na fase online, carregamos a base de dados, construída na fase anterior e criamos a aplicação online.

O projeto foi desenvolvido ao longo do presente ano letivo. Na fase do design, para elaboração dos diagramas, usou-se o *software* StarUML, adaptado ao modelo OMT-G. Para o resto do projeto fez-se sempre uso do ArcGis 10.4.1. Apenas na última fase, o projeto passou a ser exclusivamente desenvolvido num web browser.

2 Introdução

O presente trabalho surge no decorrer da disciplina Sistemas de Localização e Geoinformação, fruto do trabalho desenvolvido na componente prática da disciplina e subordinado ao tema “Sistema de Localização da FCUL”.

O objetivo primário do trabalho é o de criar uma aplicação para smartphone em que seja possível o utilizador chegar ao local pretendido através de uma interface gráfica, indicando o ponto inicial e final do percurso ou efetuando questões tipo, tais como:

“ Qual o gabinete do professor....”

“ Qual a sala da disciplina...”

“ Onde fica a biblioteca....”

entre outros.

O trabalho passa então por várias etapas tais como a arquitetura do projeto, onde através de diagramas OMT-G serão criadas várias classes georreferenciadas e não georreferenciadas que se vão posteriormente ligar entre si através de ligações simples e tabelas associativas, esta irá ser a etapa de arquitetura do sistema. A criação da base de dados (BD), será onde vamos por em prática a etapa anterior, esta que irá culminar com a publicação dos produtos finais na web. Por fim a criação de uma interface gráfica que irá permitir a manipulação de toda a informação disponibilizada.

Todas estas fases serão dispostas por capítulos e subcapítulos que pretendem expor a forma como o mesmo foi realizado, sendo no final tecidas algumas conclusões referentes a aspetos positivos e negativos do trabalho assim como as adversidades passadas durante a sua realização.

4 Desenvolvimento da Base de Dados

4.1 Modelo de dados OMT-G

UML é uma linguagem padrão, aprovada pela *Object Management Group* (OMG), desenvolvida com o intuito de especificar, visualizar e construir sistemas de dados.

A OMT-G é fundamentalmente um sistema UML específico para o desenvolvimento de aplicações geográficas. Essencialmente, primitivas geográficas, são introduzidas ao UML conceptual.

Este modelo, permite modelar formas geométricas e localizações de objetos geográficos, com suporte espacial e relações topológicas.

É composto por três diagramas:

Diagrama de Classes – Todas as classes são especificadas junto com as suas representações e relacionamentos.

Diagrama de Transformação - Usado quando o diagrama de classes especifica múltiplas representações ou a derivação de uma classe a partir de outra.

Diagrama de Apresentação – Especificação de alternativas de visualização que cada representação pode assumir.

O diagrama aplicado neste projeto é o diagrama de classes.

4.1.1 Classes

As classes dividem-se em dois tipos:

Georreferenciadas: onde são descritos objetos que possuem representação espacial e estão associados a regiões da superfície da terra.

Convencionais: aqui, os objetos não têm propriedades geográficas e geométricas. São definidos por terem comportamentos, relacionamentos e semântica semelhante e que possuem alguma relação com objetos espaciais.

4.1.2 Relacionamentos

O modelo OMT-G representa três tipos de relacionamento entre as suas classes: Associação simples, relacionamentos espaciais e relacionamentos topológicos em rede. Neste projeto, o modelo OMT-G definido, não faz uso do último, pelo que não será discutido.

Associação Simples: representa um relacionamento estrutural entre objetos de classes diferentes, convencionais ou georreferenciadas. A relação é indicada por uma linha (figura 1).

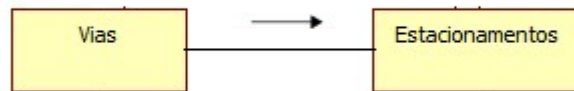


Figura 1 Associação simples

Relacionamentos espaciais: representam relacionamentos topológicos, métricas, de ordem e *fuzzy*.

Os relacionamentos entre os diferentes objetos são definidos pela sua cardinalidade, a qual representa o número de instâncias de uma classe que podem ser associadas a instâncias de outras classes (figura 2).

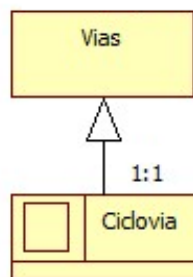


Figura 2 Cardinalidade

As generalizações entre classes são definidas por uma subclasse que herda atributos, operações e associações da superclasse. Como está representado na figura em baixo.

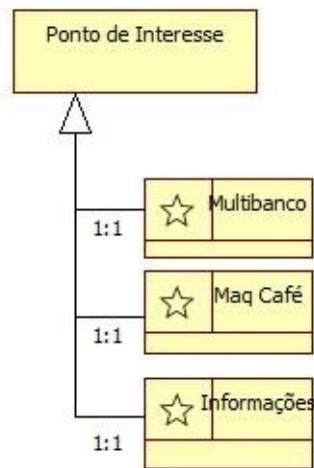


Figura 3 Generalização

Por fim, a agregação, representa o conjunto de todas as diferentes partes de um sistema que formam um todo (figura 4).

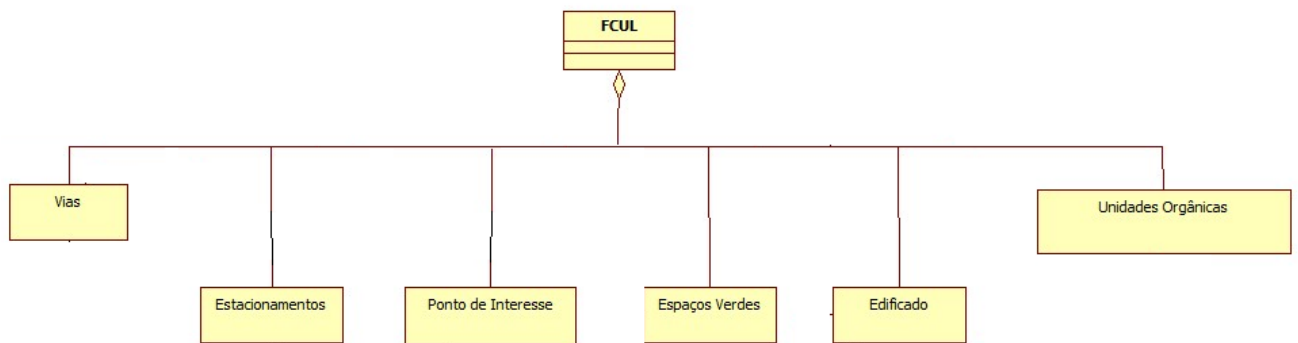


Figura 4 Agregação

4.2 Arquitetura do Sistema

O desenvolvimento de um modelo de leitura e interpretação de sistemas é de grande utilidade, pois é uma ferramenta a qual permite definir como vai ser constituído determinado sistema, como vai operar, quais as funcionalidades, etc, antes de ser concebido. Outro aspeto importante é o facto de muitas das vezes quem efetua a implantação do mesmo não é quem o concebe, havendo ainda a possibilidade de embora ser a mesma pessoa a efetuar a implementação, encontra-se a trabalhar inserida num grupo de trabalho para desenvolvimento de determinada temática ou ainda encontra-se a desenvolver um módulo de um determinado produto, tendo para tal de existir uma normalização da forma como são arquitetados os sistemas de forma a que qualquer técnico consiga interpretar o que se pretende implementar.

Desta forma a primeira etapa do presente trabalho consistiu em expor o que se pretendia implementar num diagrama OMT-G. Para a realização desta primeira etapa foi feito uso do software StarUML, com a aplicação OMT-G. O diagrama desenvolvido para este projeto encontra-se no anexo A.

4.3 Criação da base de dados

A base de dados é o elemento fundamental de um sistema de informação georreferenciado. Aqui é colocado em prática todo o projeto idealizado anteriormente no diagrama OMT-G.

Fazendo uso de um software SIG, procedeu-se à implementação da base de dados. O primeiro aspeto tido em conta foi o de definir domínios a determinadas classes, por forma a que determinados valores não possam ser definidos caso excedam estes domínios. Foram definidos domínios para as classes docentes, não docentes e alunos.

Feito isto, foram criadas as superclasses (*Feature Dataset*) e as respetivas entidades geográficas (*Feature Class*) com os devidos atributos. Aqui, a informação geográfica disponível foi importada e adicionada às suas respetivas classes (figura 5).

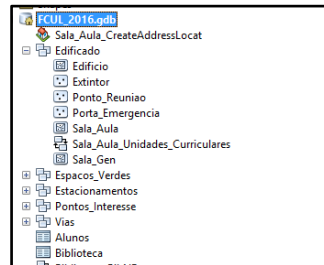


Figura 5 Implementação do Diagrama de Classes no ArcGis

Após todas as classes principais estarem implementadas no sistema torna-se necessário efetuar a seriação da informação. Inicialmente a informação disponibilizada encontrava-se por pisos, onde em muitos não constava alguns elementos tais como o número do edifício, o piso e o número da sala. Desta feita para o piso 2 do edifício C8 efetuou-se um levantamento desta informação, onde foram acrescentados novos campos através do ArcMap. No que respeita ao piso 3 o mesmo não foi carregado, uma vez que o nosso objetivo principal era colocar o sistema em funcionamento e este piso não iria trazer nada de novo ao sistema, pois no mesmo não se realizam aulas e os docentes que frequentam este piso não foram definidos na tabela.

Na figura 6 podemos verificar a informação que obtivemos no final de todas as classes estarem carregadas e com a devida informação atribuída.



Figura 6 Mapa com toda a informação carregada

Por último foram criadas as entidades não geográficas que são representadas por tabelas.

Estas são:

- Alunos;
- Biblioteca;
- Docentes;
- Não docentes;
- Cursos;
- Departamentos;
- Unidades curriculares.

4.3.1 Tabelas Associativas

As tabelas associativas são criadas para solucionar problemas de compatibilidade entre elementos, assim como facilitar a atualização de dados, uma vez que para efetuar a mesma apenas temos de modificar uma tabela, resultando esta numa associação de n:n de duas tabelas, utilizada frequentemente quando queremos associar uma classe georreferenciada com uma não georreferenciada .

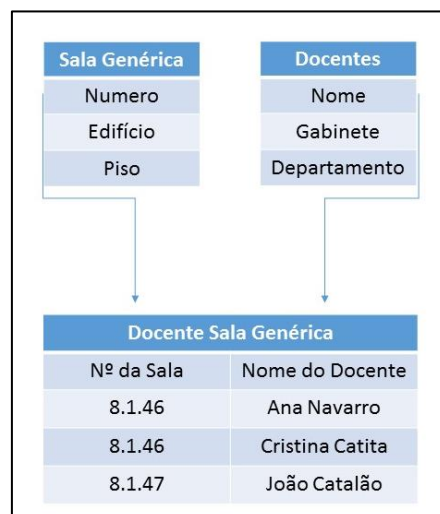


Figura 7 Tabela Associativa

Na figura 7 procuramos expor a forma como foram desenvolvidas as tabelas associativas, fazendo corresponder um atributo de uma determinada tabela a uma coluna da tabela associativa, procedendo de igual forma para a outra classe que se pretende relacionar.

As tabelas associativas são sempre de dupla entrada, efetuando relações de n:n, no caso de existirem elementos em comuns entre as duas classes a tabela associativa não faz sentido uma vez que se pode resolver a questão com uma relação simples entre tabelas.

Para o caso em estudo foram criadas cinco tabelas associativas as quais relacionam diferentes classes. Estas são:

- Docentes_UnCurricular;
- Docente_Departamento;
- Biblioteca_NDocente;
- Curso_Disciplinas;
- SalaAula_UnCurricular;

Todas as outras correlações foram efetuadas através de relações simples de 1:1.

4.3.2 Queries

Embora o nosso diagrama inicial esteja implementado no SIG, esta informação por si não nos dá nenhuma valência, tendo a mesma de se relacionar entre si, sendo este o elemento chave do trabalho, para que ao efetuar uma determinada questão ao sistema o mesmo me retorne uma resposta válida é necessário que as relações entre classes estejam corretas. Após todas as relações criadas torna-se necessário testar o nosso sistema, tendo sido criadas para o efeito algumas “queries” (perguntas à base de dados), tais como:

1. Qual o número do gabinete do professor João Catalão?

“SELECT*FROM Sala_Gen WHERE: Número in (select "N_Gabinete" from Docentes Where "nome" like 'Joao Catalao')”;

2. Qual o número da sala onde é lecionada SLG?

“SELECT*FROM Sala_Aula WHERE: Número in (select "Num_Sala" from SalaAula_UnCurr Where "UnCurr" like 'SLG')”.

Ambas as queries efetuadas retornaram o resultado esperado, de modo que as relações efetuadas foram consideradas corretas.

4.3.3 Criação de Redes

O presente trabalho como já foi referido tem como principal objetivo a criação de uma aplicação web que além de nos dar informações constantes na base de dados criada que nos permita saber qual o caminho a tomar para chegar a um determinado local, sendo o mesmo assinalado num mapa. Desta forma uma vez que todos os caminhos constantes na informação disponibilizada pelo docente se encontravam no formato *shape* foi necessário vetorizar os vários percursos, onde mais uma vez apenas se deu importância à área de estudo da qual possuíamos mais informação, uma vez que após todo o processo implementado trata-se apenas de ampliar o sistema a um universo maior (FCUL, todos os edifícios e pisos).

Procedeu-se então à vetorização de caminhos inicialmente com um pequeno troço para verificar o funcionamento do processo, e posteriormente alargando-se a rede à nossa área de estudo. Este processo foi efetuado em duplicado uma vez que a primeira rede efetuada não teve em conta que os vários troços se tinham de ir intersectando nos “nós”, isto é, em cada nó em vez de se ter efetuado um *finish sketch* efetuou-se um *finish part*, tendo apenas efetuado o *finish sketch* no final, o que levou a que o caminho nunca chegasse ao ponto resultando num erro de caminho.

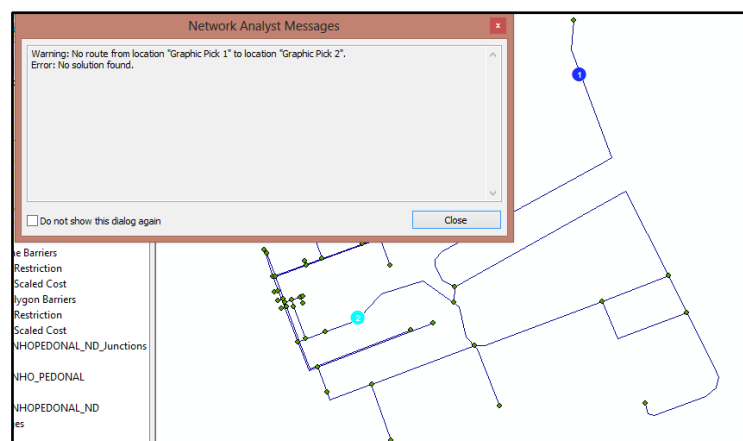


Figura 8 Erro de Caminho

Na figura 8 podemos verificar o que sucede quando as intersecções não se efetuam nos nós, resultando a mensagem de erro da figura, desta forma procedeu-se a uma nova vetorização da

rede de caminhos, já com esta correção resultando numa nova rede constituída por caminhos que se intersectavam nos nós. Contudo após as devidas correções o erro voltou a surgir desta feita devido à diferença de cotas entre pisos, isto é, à partida já era sabido que a cota inicial e final do caminho teria de ser igual para que não ocorressem erros, contudo tínhamos o constrangimento de como efetuar a mudança de piso, a cota inicial e final das escadarias teria de ser diferente, e este facto iria levar a um novo erro.

Após discussão do problema com o docente chegou-se à conclusão que uma vez que não iríamos trabalhar a 3D a informação da cota inicial e final não seria relevante e para o efeito poderíamos considerar que toda a rede se encontrava à mesma cota uma vez que além da informação da cota cada troço tinha também uma pequena descrição, “morada”, que possibilita a perceção do piso que diz respeito. Deu-se então a mesma cota a toda a rede tendo-se chegado a um traçado final (figura 9).

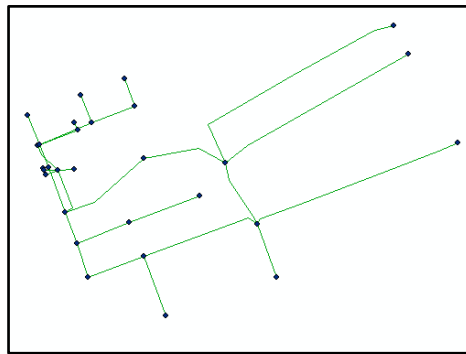


Figura 9 Rede de Caminhos Final

Após a rede criada e testada no *NetworkAnalyst* torna-se necessário proceder à publicação do serviço, tendo-se efetuado para tal todos os procedimentos constantes no Anexo B passo 7, chegando-se desta forma ao respetivo endereço para a rede criada:

http://arcgis.fc.ul.pt:6080/arcgis/rest/services/route/SLG2016_42635_46764/NAserver/route

Este endereço posteriormente seria utilizado na criação do serviço web.

Não diretamente ligado à rede de caminhos, mas sim aos endereços desses caminhos surgem os *AddressLocators*, que da mesma forma foi seguido o Anexo B passo 8, chegando-se a dois tipos de endereços, os relacionados com as salas genéricas e com as salas de aula.

“http://arcgis.fc.ul.pt:6080/arcgis/rest/services/route/Sala_Aula_CreateAddressLocat_46764/GeocodeServer”

4.3.4 Base de Dados Final

No que respeita ao produto final da nossa base de dados, definimos um conjunto de cinco superclasses, com várias entidades geográficas associadas (figura 10).

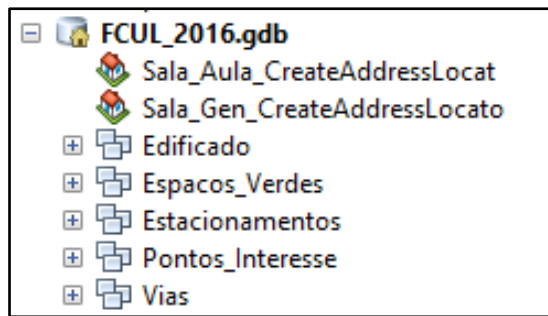


Figura 10 Base de Dados Elementos Georreferenciados

No que respeita aos elementos não georreferenciados, os mesmos, como já foi referido anteriormente, foram implementados através de tabelas, perfazendo para o efeito um total de doze tabelas, em que cinco das quais são associativas, responsáveis pela relação entre elementos (figura 11).

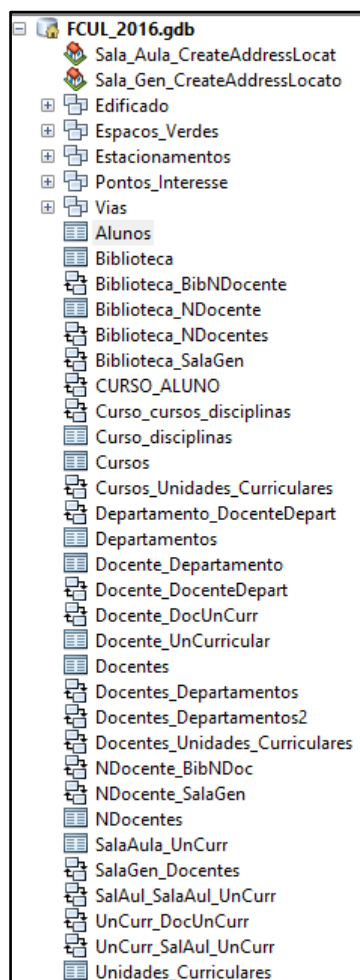


Figura 11 Base de Dados Final

Após toda a base de dados concebida e implementada chegamos à conclusão que embora tenhamos cumprido o objetivo principal da cadeira com sucesso, uma vez que todas a *queries* efetuadas à base de dados funcionaram como pretendido. No entanto, esta deveria sofrer alguma otimização, mais precisamente uma normalização de conceitos com o mesmo significado, uma vez que campos semelhantes de tabelas diferentes, em muitos casos têm uma nomenclatura diferente, o que dificulta a aplicação de *queries*.

Embora este problema tenha sido identificado, o mesmo não foi corrigido uma vez foi detetado numa fase avançada do trabalho e para corrigir o mesmo teríamos de refazer todas as ligações entre elementos, pelo que se optou por fazer referência ao mesmo nas conclusões do capítulo, não sendo este definido como erro, mas sim como um constrangimento na aplicação de *queries*.

5 Publicação de Serviços

Após todo sistema a nível de ArcMap estar concebido e a funcionar nas devidas condições torna-se necessário publicar todo o produto final num servidor online, o mesmo seria conseguido através do ArcGis Online.

Desta forma este capítulo divide-se essencialmente em duas áreas: publicação de rotas e publicação de mapas, sendo que a segunda não será exposta uma vez que se resume a seguir o Anexo B passo 9.

Para a publicação da rede efetuou-se todos os procedimentos constantes no Anexo B passo 7, chegando-se desta forma ao respetivo endereço para a rede criada:

http://arcgis.fc.ul.pt:6080/arcgis/rest/services/route/SLG2016_42635_46764/NAserver/route

Este endereço, posteriormente será utilizado na criação do serviço web.

Um aspeto importante a ter em conta no contexto da aplicação, é a possibilidade de o utilizador poder especificar qual a sala que procura e a aplicação indicar ao utilizador onde essa mesma sala está localizada e as direções que deve tomar para chegar à mesma. Para isto, criamos dois endereços (Endereços são uma forma de descrever uma localização).

Seguindo o Anexo A passo 8, chegou-se a dois tipos de endereços, os relacionados com as salas genéricas e com as salas de aula.

Tendo em conta que, na aplicação online, por defeito, apenas é possível introduzir um link Geocoder URL, o arcgis disponibiliza uma ferramenta que faz uma agregação de múltiplos adresslocators. Desta forma, fazendo uso dessa mesma ferramenta, associamos os dois endereços, salas genéricas e salas aulas, cujo resultado foi publicado no servidor, chegando-se ao seguinte endereço:

“http://arcgis.fc.ul.pt:6080/arcgis/rest/services/AddressLocatComposite_42635_46764/GeocodeServer”

De igual forma, este link, também será utilizado na aplicação web.

6 Criação da Aplicação Web

Após ter todos os dados disponibilizados no servidor do ArcGis Online, passou-se à fase do desenvolvimento de uma aplicação web que permita criar uma interface de ligação entre o utilizador e a base de dados. Assim, após todos os serviços já terem sido criados no Argis online, efetuámos a referida aplicação de acordo com o Anexo B passo 9.2.

A aplicação consiste em diferentes *widgets*, que dão ao utilizador ferramentas que permitem a manipulação da mesma. Tendo-se optado pelos seguintes:

- *Edit*;
- *Analysis*;
- *Queries*;
- *Directions*;
- *Legenda*.

Nesta secção, os *widgets* de maior interesse são o *Queries* e *Directions*. Pelo que são os que vamos discutir com maior ênfase.

O *widget edit*, permite editar certas *features* do mapa. A legenda, simplesmente, demonstra todos os atributos que compõem o mapa.

Analysis, permite ao utilizador fazer um estudo de uma área específica, e determinar, por exemplo, a localização de todas as caixas multibanco nessa mesma área. É uma ferramenta que indica a localização de todos os atributos definidos para uma dada área.

Queries, tal como foi especificado na fase do desenvolvimento da base de dados, retornam uma “resposta” consoante uma dada “pergunta”.

O *widget directions* é o ponto “criação de redes” em “Criação da base de Dados” posto em prática. O objetivo deste *widget* é, portanto, o de desenhar um caminho entre dois pontos, ou mais, no mapa. O utilizador tem várias possibilidades de fazer uso deste *widget*. Pode:

- definir as coordenadas dos pontos inicial e final, clicando diretamente no mapa.
- definir coordenadas do ponto inicial e especificar o número de uma sala, ou vice-versa.
- especificar o número de uma sala para o ponto inicial e especificar o número de uma segunda sala para o ponto final.

Para por o *widget* em funcionamento configurámos o mesmo, de forma a que este estabeleça ligação às *features* “redes” e “endereço”, contidos no server, desenvolvidos no ponto “Criação da base de Dados”. O resultado final é apresentado na figura em baixo.

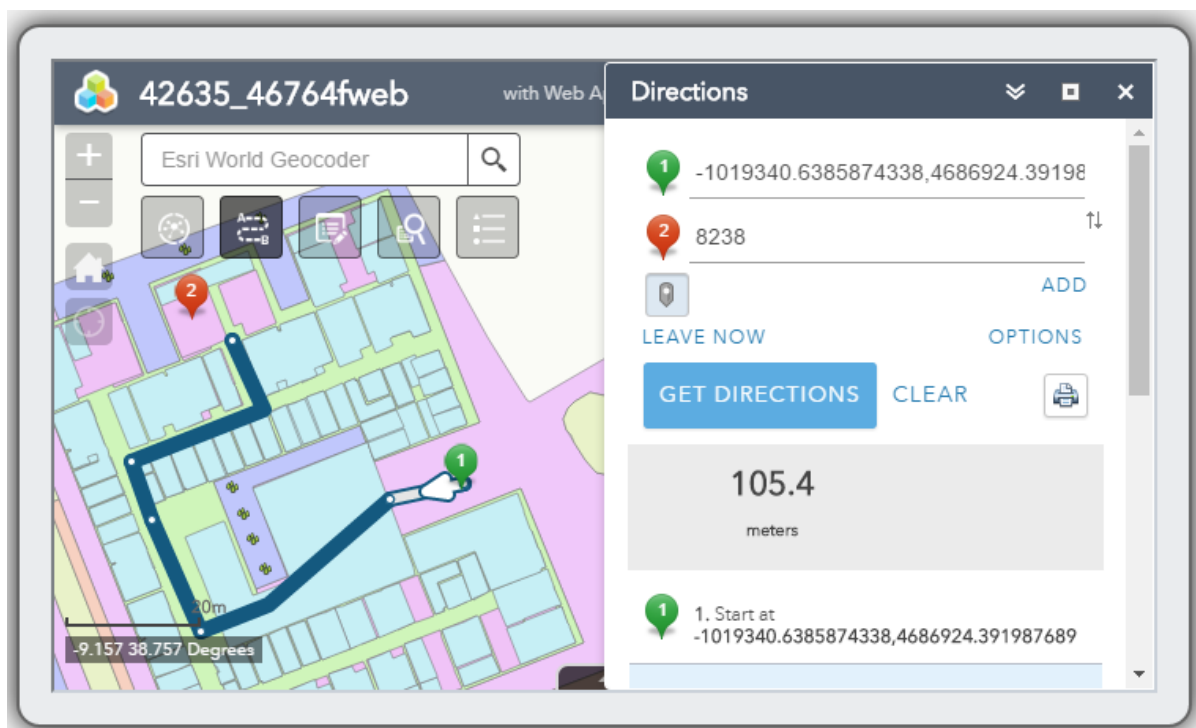


Figura 12 Aplicação web. Exemplo de caminho.

7 Conclusão

O presente trabalho permitiu além de aplicar todos os conceitos ministrados nas aulas desenvolver uma maior destreza no manuseamento de software de GIS, uma vez que durante a execução do mesmo se fez uso de várias potencialidades do ArcMap e do ArcGis online, tais como a publicação de alguns serviços.

No que respeita a objetivos alcançados o presente trabalho cumpre todos os objetivos propostos pelo docente, desde:

- Criação do diagrama OMT-G;
- Criação de BD;
- Publicação de serviços;
- Criação de uma aplicação Web.

Contudo alguns dos objetivos embora conseguidos ficaram um pouco aquém das nossas expectativas, é o caso das *queries* efetuadas na aplicação web, uma vez que não foi possível fazer *queries* semelhantes às elaboradas no teste da nossa BD, pois a edição das mesmas no ArcGis online apenas permite a interligação entre atributos de uma mesma tabela, não tendo sido conseguido a conjugação de atributos semelhantes de tabelas diferentes.

No que respeita à aplicação, esta devido à crítica anterior mostrou-se pouco “amiga” do utilizador, uma vez que alguém que não conheça a faculdade e queira por exemplo saber qual a localização do gabinete de um determinado professor tem de ir sucessivamente questionando o sistema não se conseguindo chegar ao resultado pretendido de imediato.

Durante a elaboração do trabalho algumas adversidades foram surgindo, tais como problemas de ligação ao servidor e algumas questões relacionadas com o executar de algumas tarefas, tendo sido algumas destas solucionadas recorrendo ao docente fora do período de aulas.

Como crítica construtiva, uma vez que as aulas práticas são de grande importância para o sucesso do trabalho e uma vez que as mesmas são frequentadas por um número elevado de alunos, a execução de cada passo do trabalho poderia ser explicada em formato diapositivo de forma a todos conseguirem acompanhar as aulas e as tarefas mais críticas, ficando algumas das dúvidas esclarecidas inicialmente sem haver a necessidade de estar constantemente a recorrer à ajuda do docente, uma vez que para o mesmo, devido ao número de grupos a tarefa se torna muito dificultada, não conseguindo muitas das vezes dar a atenção desejada a todos os grupos.

O trabalho além de ter potencializado todas as capacidades técnicas já referidas, permitiu ainda fomentar a dinâmica de grupo, uma vez que esta é uma característica que cada vez mais se revela de extrema importância na vida profissional desta área específica, assim como a exposição oral do mesmo que permite desenvolver capacidades pouco desenvolvidas nos discentes.

8 Referências

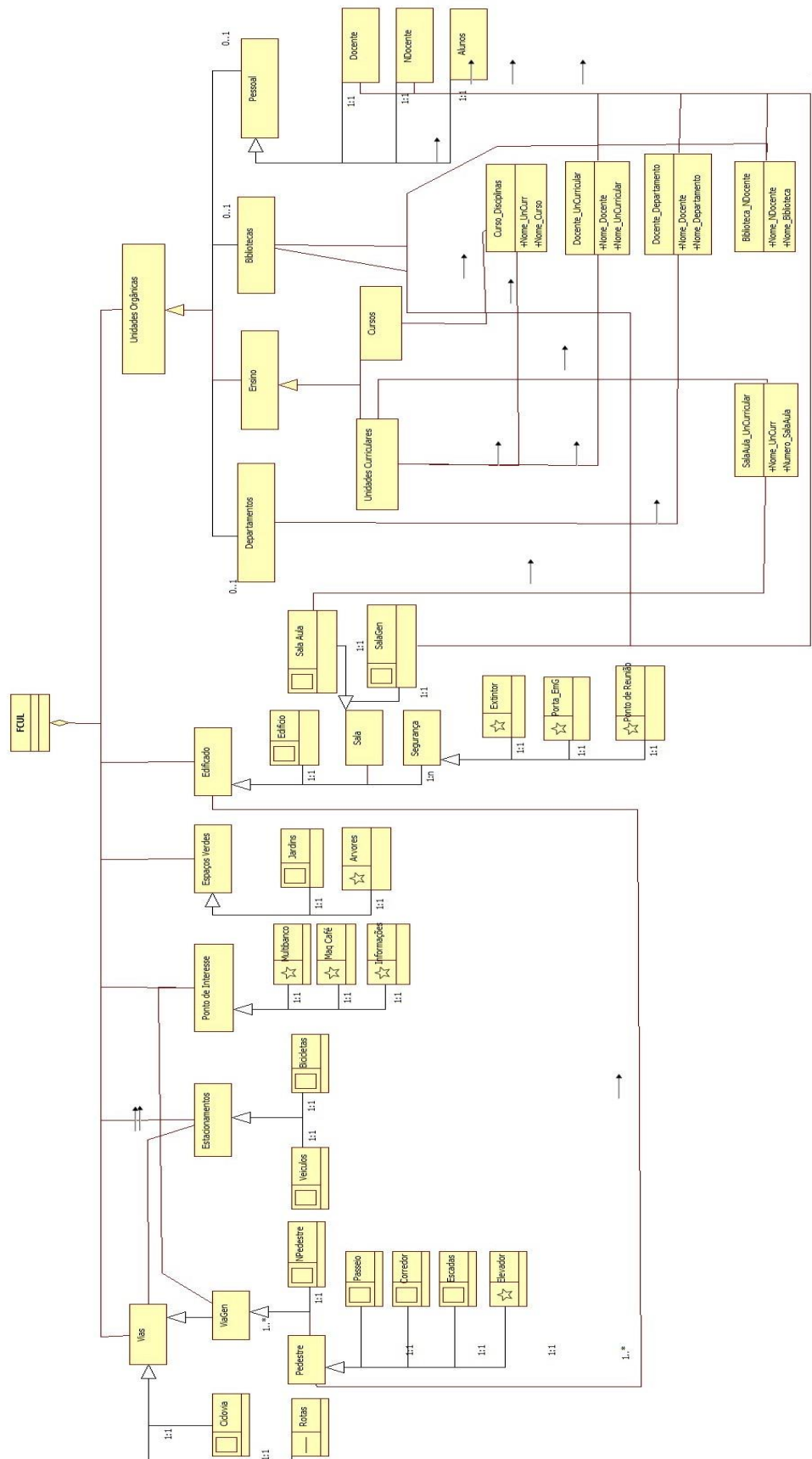
De acordo com as nossas pesquisas, seguidamente se expõem as diferentes fontes de informação.

[1] Catalão, J., Sistemas de Localização e Geoinformação, Texto não publicado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2016.

[2] Catalão, J., ArcGis 10.3.1 CookBooK, Texto não publicado, Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 2016.

[3] <http://www.argis.com>.

ANEXO A – Diagrama OMT-G



ANEXO B – TUTORIAL AGIS COOKBOOK -V2016