

Caso de estudo de implementação de um SIG com tecnologias de código aberto na Câmara Municipal de Tavira

Município de Tavira, 2010

Stelmo Barbosa

sbarbosa@cm-tavira.pt

João Carvalho

jcarvalho@cm-tavira.pt

Marco Afonso

mafonso@cm-tavira.pt

Catarina Afonso

catarina@cm-tavira.pt

Nuno Ferreira

nferreira@cm-tavira.pt

Abstract: O Município de Tavira assumiu o desafio de implementar um Sistema de Informação Geográfica (SIG) para a a Autarquia e para isso criou uma Divisão com estas competências. O trabalho desenvolvido por esta Divisão no planeamento e implementação do SIG, materializa-se agora na plataforma desenvolvida para tratamento de toda a informação geográfica. O processo iniciado em 2008 tem uma base em tecnologias *Open Source*. Pretende-se, com este estudo, dissertar sobre a evolução da implementação do sistema de informação geográfica na Câmara Municipal de Tavira e avaliar os resultados obtidos actualmente, partilhar a experiência e o desenvolvimento de software específico para SIG.

Keywords: Open Source, Sistema de Informação Geográfica, Câmara Municipal.

1- Introdução: Emergência da Informação Geográfica

A possibilidade de tratar informação geográfica automaticamente e analisa-la em conjunto nos seus diversos formatos, tais como demográfica, ambiental ou mesmo económica, abre perspectivas a novas ferramentas de auxílio nas tarefas diárias de muitos departamentos numa Câmara Municipal e por outro lado cria uma forte estrutura de apoio à decisão para o executivo [1]. Um Sistema de Informação Geográfica (SIG) é muito mais do que disponibilizar mapas com informação anexa, o SIG deve permitir manipular, recolher e analisar dados geográficos (Aronoff, 1989), assim, obriga a que haja uma rede de fornecedores de informação, um núcleo de tratamento de informação, um núcleo de programadores de aplicações e por fim um grupo de utilizadores, ou seja integram para além das pessoas, hardware, software, dados e procedimentos de trabalho (Dangermond, 2005) . Todos os intervenientes têm um papel importante neste sistema começando pelos fornecedores de informação sem os quais não se consegue actualizar periodicamente os dados necessários para o núcleo de tratamento da informação estruturar as bases de dados, e devemos ter em conta que a informação desactualizada perde o seu valor. Os programadores de aplicações têm de estar em constante alerta para perceber como se pode utilizar os dados da melhor maneira para ajudar nas tarefas diárias dos utilizadores e estes têm também a importante tarefa de transmitir as suas necessidades do dia-a-dia e avaliar a utilidade que as aplicações têm. O nível de articulação entre os diversos intervenientes é fundamental para o sucesso de implementação de um SIG.

O Município de Tavira o Serviço de Informação Geográfica, que era composto, inicialmente, apenas por um técnico, por sentir necessidade de sistematizar a informação do espaço urbano e rural do concelho. A dificuldade em dar respostas exactas sobre a organização espacial foi o impulso para se investir em tecnologias que permitissem registar dados geográficos. Em 2008 o Serviço de Informação Geográfica foi integrado na Divisão de Sistemas de Informação (DSI). Esta divisão foi criada nesse mesmo ano com as competências de coordenar a área de Informática e assim englobou também competências em informação geográfica. A Divisão de Sistemas de Informação passou a ser composta por 3 técnicos de informática para suporte técnico e desenvolvimento, 2 técnicos para manutenção de informação geográfica e 2 assistentes que se dedicam totalmente ao apoio no Espaço Internet de Tavira.

2- Plano de desenvolvimento

Huxhold (1995) apresentou um modelo de 5 fases para o desenvolvimento de um SIG:

1. Plano de implementação: Esta fase engloba a análise das necessidades, projecto do sistema, instalação do hardware e do software e formação de pessoal.

2. Desenvolvimento de uma visão conceptual: Nesta fase realizam-se demonstrações dos benefícios do SIG, através de reuniões, debates ou protótipos.
3. Plano de partida: Nesta fase definem-se os intervenientes nos processos relacionados com o SIG (equipas de trabalho), são definidas as responsabilidades e defini-se também a arquitectura de implementação.
4. Plano estratégico: Traçar objectivos genéricos para a implementação, definir as metodologias para atingir as metas traçadas.
5. Projecto geral: O projecto geral é um modelo conceptual de SIG desde a perspectiva de fluxo e de utilização da informação. Esta é a fase indicada para projectos-piloto.

A implementação do SIG no Município de Tavira obedeceu a este modelo na sua generalidade. Para dar início à implementação, foram definidas as diversas acções a executar num período de 1 ano de forma a conseguir-se implementar um modelo de SIG mais adequado à organização. Estas acções foram traçadas com base no que eram os objectivos do executivo e nas expectativas dos técnicos. No entanto partiu-se do princípio que este seria um plano de arranque e que com a avaliação continua, seria alterado não só nas acções como também nos objectivos gerais, além disso, tentou-se perceber quais as diversas opiniões e experiências sobre a temática e definir metas atingíveis só com o esforço da Câmara Municipal de forma a minimizar custos financeiros e envolver o máximo de funcionários no processo.

2.1- Definição de objectivos a longo prazo

Os objectivos iniciais do plano eram;

1. Definir todos os intervenientes do sistema.
2. Construir uma rede para fornecimento e actualização dos dados necessários para construir aplicações.
3. Catalogar a informação recebida.
4. Criar aplicações de divulgação da informação geográfica

Para se atingir estes objectivos foram traçadas as seguintes fases:

1. Instalação de servidor e aplicações de testes e formação.
2. Realização de um Estudo prévio sobre o estado da informação geográfica.
3. Definição da arquitectura de informação.
4. Criação de Aplicações.
5. Reuniões de acompanhamento com as divisões da Câmara Municipal.
6. Plano de actualização de dados.

2.2- Instalação de servidor de testes

Como a Câmara tinha uma licença de ARCGIS Server (<http://www.esri.com>), após um breve período de formação, foi possível conceber protótipos de 3 aplicações;

Plantas de localização (com toponímia dos núcleos urbanos), Plano Director Municipal e Planos (Pormenor e Urbanização) para demonstração das potencialidades do SIG. Estas permitiam apenas navegar nos mapas e seleccionar a visibilidade das camadas. Foi também a primeira abordagem que os técnicos tiveram com uma plataforma deste género e assim foi possível estudar e experimentar não só as ferramentas próprias para mapas como também o design de aplicações.

Embora houvesse planos para aquisição de equipamento servidor para o centro de dados, no início da implementação do SIG e ainda em fase de testes, não havia um servidor disponível para instalação do software, assim optou-se por fazer testes com um Dual Core 2.5Ghz e 2GB RAM. As primeiras aplicações já referidas anteriormente estiveram em funcionamento neste computador. O número de utilizadores regulares destas aplicações era reduzido, cerca de duas dezenas o que não provocava constrangimentos nas aplicações e permitia uma navegabilidade com qualidade.

2.2- Estudo prévio

A par da implementação das aplicações de testes, foi realizado um estudo prévio para se definir o primeiro catalogo de informação, consertar a rede de intervenientes e definir interlocutores entre o SIG e as diversas divisões. Este estudo serviu também para prever impactos e identificar as necessidades existentes a nível de recursos humanos e técnicos.

Em muitos casos a informação útil para determinadas tarefas não é produzida ou mantida pela Câmara, pelo que foi também necessário identificar todos os potenciais fornecedores de informação, externos.

Foram determinadas também as necessidades de formação sobretudo para ArcGis server,

2.3- Definição da arquitectura de informação

Dada a limitação em termos tecnológicos, a arquitectura de informação inicialmente era mantida numa estrutura de directórios com *Shapefiles*. Cedo se percebeu da necessidade de alterar esta estrutura para uma base de dados. Os principais problemas que se sentiam eram: actualização de dados, partilha e devidas restrições. Era urgente transpor a informação para um repositório único que sustentasse as mais diversas fontes de dados e com características diferentes, de forma que se mantivesse sempre disponível para interligar com diversas aplicações.

Com protótipos de aplicações foi possível definir as características mínimas de hardware necessárias para os servidores de mapas, bases de dados e de páginas web, que iríamos incluir no nosso sistema.

2.4- Criação de Aplicações

A partir do momento em que as Divisões da Câmara Municipal mostraram o seu apoio e colaboração e tendo em conta a informação existente e abrangência da sua utilização foram criados sites para disponibilizar dados às Divisões. Nesta fase houve

um esforço acrescido por parte de todos os técnicos (de Informação Geográfica e Informática) para explorarem ao máximo a plataforma ARCGIS Server. Foi também importante participar em formação específica mas sobretudo estudar diversas fontes de informação *online*. Conseguiu-se melhorar as aplicações de testes já desenvolvidas e acrescentar funções de impressão e pesquisa.

2.5- Reuniões de acompanhamento com as divisões

As reuniões regulares mantidas com as Divisões em particular ou generalizadas com os interlocutores SIG têm servido para divulgar, passo a passo, toda a implementação que levamos a cabo e para dar a conhecer novas ferramentas. Pretende-se que haja uma entejuda e uma partilha de ideias, de modo a enriquecer todo o trabalho inserindo todos os intervenientes num contexto mais responsável e contributivo. Por ano são realizadas 2 reuniões alargadas com os interlocutores do SIG, que servem para divulgar novas ferramentas e partilhar as experiências de trabalho. O facto da recolha de dados geográficos, ser uma nova tarefa que se pretende incutir nos processos de trabalho, impõe que estas reuniões se mantenham com esta regularidade.

2.6- Plano de actualização de dados

Como a informação necessita sempre de actualização foi necessário definir a forma de actualizar os dados. Neste momento a informação interna do Município é actualizada pelos próprios funcionários das Divisões que têm acesso privilegiado aos respectivos dados. No entanto sente-se ainda uma dificuldade em incutir esta tarefa como uma rotina, a dificuldade é mais acentuada em Divisões ligadas ao Urbanismo e Obras. Relativamente a informação de fontes externas, tem sido particularmente complicado criar protocolos de colaboração para a troca de dados específicos e a nível do Concelho. Persiste no entanto a vontade de desenvolver parcerias com outras entidades, nomeadamente, PSP, GNR, INE, IEFP, etc. Para estes casos será necessário desenvolver mecanismos ou definir modos de actualização de dados.

3- Ferramentas de Código Aberto (*Open Source*)

Dentro das diversas definições de SIG, distingue-se uma base comum de componentes, para disponibilizar dados de forma distribuída, a saber:

- Interface com utilizador;
- Introdução e integração de dados;
- Funções de consulta e análise espacial;
- Visualização, impressão e exportação de dados;
- Armazenamento e recuperação de dados

Traduzindo isto em tecnologia, separamos os componentes em três níveis:

- Servidor de dados;
- Servidor de aplicações;

- Aplicações Clientes;

Durante a fase de **Definição da arquitectura de informação**, começamos a pesquisar diferentes aplicações e bases de dados, inclusive *open source* para utilizarmos nos três níveis tecnológicos; Servidor de dados, Servidor de aplicações, Aplicações Clientes.

A experiência e o contacto com o projecto dos Geo-Planos, desenvolvido pela Globalgarve (Agência para o Desenvolvimento, <http://www.globalgarve.pt>), permitiu-nos tirar dúvidas sobre diversos aspectos do software *open source* específico para SIG. Houve a oportunidade de conhecer a arquitectura de dados utilizada para o site de planos supra-municipais, desenvolvido por Ricardo Senna e Fred Lehodey (<http://sig.cm-tavira.pt>) e conhecer outras ferramentas igualmente *open source*.

Começou-se primeiro por testar *software desktop*, pois, dentro da arquitectura que tínhamos implementada inicialmente, era necessária uma aplicação cliente de actualização de dados para os interlocutores de SIG. Foram estudadas as aplicações GvSig (<http://www.gvsig.org>), Kosmo (<http://www.opengis.es/>), Udig (<http://udig.refrations.net/>) e Quantum Gis (<http://www.qgis.org/>).

Todas estas aplicações revelaram ser passíveis de se utilizar no nosso contexto de trabalho, embora disponham de funcionalidades distintas, para o objectivo que tínhamos estas funcionalidades não eram determinantes. A escolha recaiu sobre o Quantum Gis por ser uma aplicação muito atractiva graficamente e simples de utilizar, mesmo para quem não tem conhecimentos específicos sobre informação geográfica. Bastou uma pequena formação individualizada para que os utilizadores fizessem as tarefas que lhes competem. Esta aplicação foi então a nossa primeira interface para a actualização de dados que tivemos.

Ainda durante a fase de **Definição da arquitectura de informação**, foi importante que todos os técnicos da Divisão participassem em formação sobre software *open source* e em diversos eventos (conferências e colóquios) sobre SIG nas suas mais variadas vertentes. A oportunidade de partilhar experiências, conhecer outras realidades e tecnologias permite-nos tomar as escolhas mais acertadas para colocar em prática no nosso meio.

A partir do momento em que a rede de interlocutores SIG ficou definida, tornou-se prioritário modificar a arquitectura de dados para algo mais robusto fácil de gerir e partilhar. Sem dúvida que a solução seria uma base de dados georeferenciada. Com os conhecimentos adquiridos em formação e pelo contacto com o projecto Geo-Planos da Globalgarve, optou-se por instalar a infra-estrutura de dados em Postgres/Postgis. Considerou-se que é um sistema de base de dados estável para qualquer ambiente de trabalho independentemente do número de utilizadores e do sistema operativo e notamos também, que seria sempre possível estabelecer conexões à base de dados a partir de qualquer software que fosse necessário.

Foram também estudadas plataformas de disponibilização de dados *online* como alternativa à plataforma existente no momento, criada sobre ArcGis Server. Primeiro foram testadas plataformas configuráveis. Destacaram-se o Geo Admin Suite (<http://code.google.com/p/geoadminsuite/>), CartoWeb (<http://www.cartoweb.org/>), GeoMajas (<http://geomajas.org/>) e o i3Geo (<http://www.softwarepublico.gov.br/>),

esta última foi amplamente testada pois revelou grande dinamismo no desenvolvimento, tem uma grande comunidade de utilizadores e possui uma interface com imensas ferramentas úteis para análise espacial. Uma lacuna nestas plataformas, com excepção do GeoMajas, é a capacidade de editar dados geográficos e este era um dos maiores interesses que a DSI perseguia.

Foi também realizada uma pesquisa sobre as APIs; Mapfish (<http://www.mapfish.org>), Openlayers (<http://www.openlayers.org>). Não existe muita oferta formativa para este tipo de software e ferramentas, no entanto, foi possível participar em cursos promovidos pela Globalgarve, que foram realmente um bom ponto de partida para alicerçar as bases no desenvolvimento de aplicações com Openlayers e Mapserver. Com esta formação os técnicos puderam desenvolver autonomamente os conhecimentos sobre a API Openlayers e esta tornou-se naturalmente numa ferramenta de programação em conjunto com PHP. Foi ainda estudado o servidor Geoserver (<http://geoserver.org/>) em comparativa com o MapServer (<http://www.mapserver.org>). As diferenças são significativas, uma vez que o Geoserver, na altura do estudo permitia a publicação de *Web Feature Service* (WFS) e o MapServer não o permitia, além disto o Geoserver possui uma interface de administração e organização dos dados a publicar. No entanto, dado que os conhecimentos sobre MapServer foram consolidados com acções de formação, não houve necessidade de alterar este servidor.

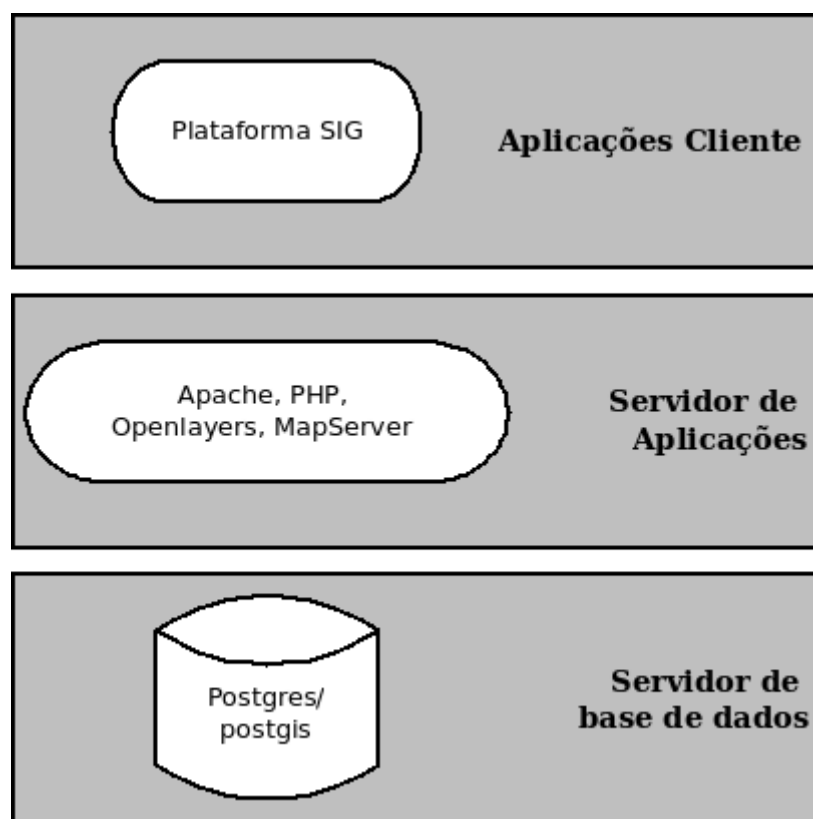


Ilustração 1: Arquitectura do SIG

Com esta combinação e o acesso a Postgres/Postgis foi possível atingir a meta da edição de dados *online* e com isto foi possível abandonar o *software desktop* (nos interlocutores SIG) e restringir todas as operações (visualização e edição) de dados a uma única plataforma. Isto porque se optou por desenvolver uma plataforma completamente nova, primeiro porque os conhecimentos adquiridos permitiram um rápido desenvolvimento de funcionalidades com resultados muito positivos e segundo porque não foi encontrada uma plataforma permitisse edição de dados geográficos e uma rápida customização. O desenvolvimento da plataforma iniciou-se em Agosto de 2009, em Novembro de 2009 numa das reuniões com os interlocutores

de SIG, foi apresentada a primeira versão da plataforma, com ferramentas de pesquisa, impressão e edição de dados. Esta plataforma oferece ferramentas genéricas e de interesse transversal, mas também tem algumas ferramentas de utilização particular para certas Divisões da Câmara. Continuam a desenvolver-se novas funcionalidades e a incluir novas camadas de informação.

Actualmente a plataforma tem; pesquisas avançadas, confrontação de polígonos, exportação de dados, etc. e outras aplicações específicas, tais como Gestão de

Trânsito, espaços verdes e trânsito. O facto da DSIC (Divisão de Sistemas de Informação e Cartografia) estar em contacto com os diversos serviços da Câmara Municipal, suscitou a importância de se adoptar tecnologias baseadas em standards que possibilitem a interligação com as mais diversas aplicações. O *software open source* responde a esta necessidade [2] e assim existe sempre a possibilidade de criar interfaces ou procedimentos de comunicação entre aplicações.

Com a consolidação da plataforma SIG na *intranet*, resolveu-se adapta-la para a *internet* dotando-a de funcionalidades de interesse para os Municípios. O sítio, <http://mapa.cm-tavira.pt>, ainda em fase de testes, irá permitir consultar informação de interesse turístico, mas também disponibilizará serviços, tais como, “A minha Rua” onde se podem identificar e remeter à autarquia, problemas encontrados no espaço territorial.

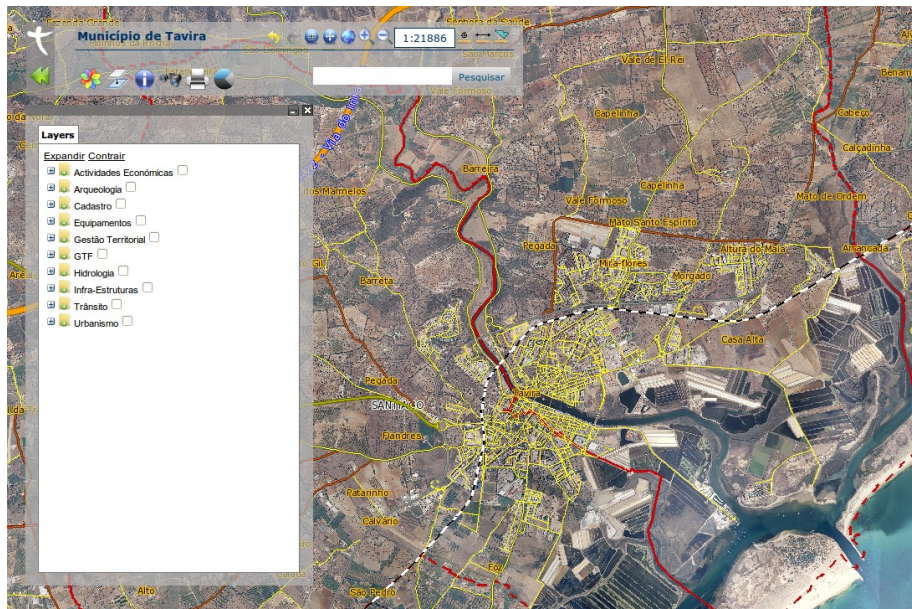


Ilustração 2: Plataforma SIG na intranet do Município de Tavira

4- Metas atingidas

4.1- Níveis de utilização

Após este período de implementação podemos já tirar algumas conclusões sobre o papel que ocupam as tecnologias adoptadas na Câmara Municipal de Tavira , para tal baseamos-nos em 3 modelos, matriz de McFarlan, pirâmide de Anthony e forças de Porter.

Para este projecto foram utilizadas as seguintes ferramentas de software:

- Postgres: como base de dados de informação geográfica.
- Mapserver+Apache: servidor de mapas e servidor HTTP.
- PHP+Openlayers: para desenvolvimento de aplicações.
- Quantum Gis: edição de dados.
- ArcGis: edição de dados.
- Sítio MAPAS.CM-TAVIRA.PT: sítio com informação geográfica para os Municípes.
- Plataforma SIG: sítio na *intranet* para visualização e edição de dados geográficos.

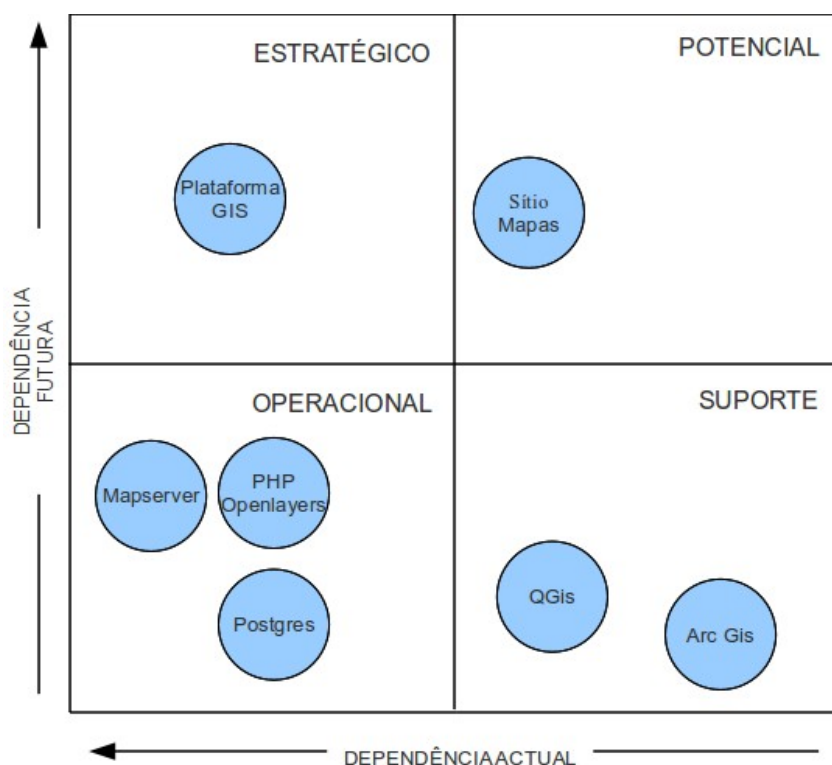
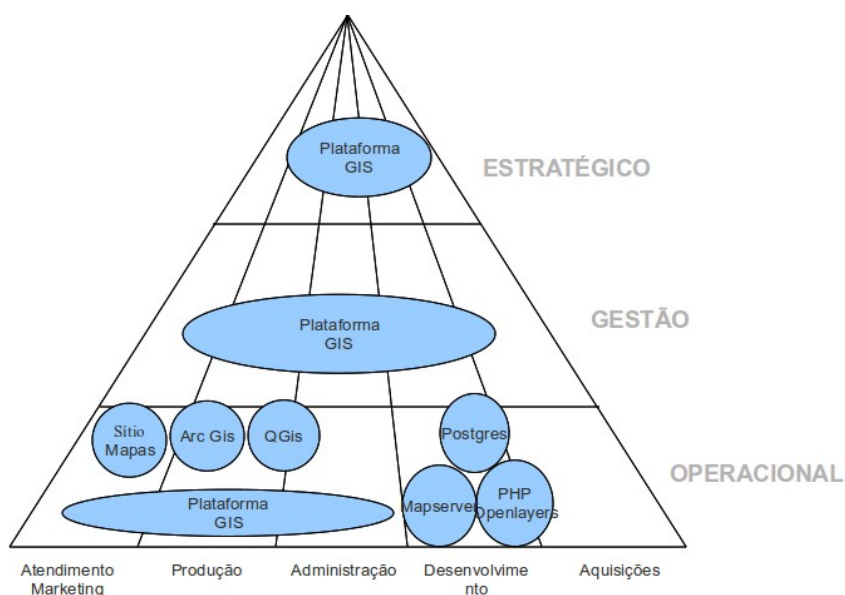


Ilustração 3: Matriz de McFarlan & McKennet

Quanto à utilização e dependência, baseado-nos na matriz de McFarlan & McKenney (1983), o ArcGis é a ferramenta utilizada à mais tempo no Município, exclusivamente por técnicos especializados em informação geográfica e com a qual estão mais habituados a trabalhar, por esse motivo enquadrámos-la como suporte. O Quantum Gis é utilizado de forma mais abrangente e não exclusivamente por especialistas, a forma como continuará a ser utilizado depende muito da evolução que a plataforma de SIG venha a ter no futuro. Toda a base de desenvolvimento (PHP, OpenLayers e Mapserver) com a maturidade da plataforma de SIG, tende a tornar-se uma ferramenta de suporte. No entanto, como a plataforma SIG (única dependente desta base de desenvolvimento), tem uma utilização generalizada recente, consideramos que se enquadram como operacionais. O grande esforço do trabalho desenvolvido nos último semestre recaiu sobre a plataforma SIG, porque se considerou que seria um motor para a evolução do SIG no Município, assim rapidamente deixou de ser um modelo experimental para ser estratégico, neste momento temos como potencial o sítio MAPAS.CM-TAVIRA.PT.

4.2- Áreas de utilização



Ilustr

ação 4: Pirâmide de Anthony

Apesar de este projecto ter um forte empenho do executivo do Município, o que facilitou a disseminação das tecnologias, não deixa de ser fundamental dar um retorno do trabalho, fazendo com que neste nível hierárquico haja utilidade no SIG. Uma maneira de proporcionar este retorno é sintetizar a informação e disponibilizá-la para consulta. Isto foi feito através da plataforma SIG, daí a sua importância estratégica. Esta plataforma é utilizada pelos diversos níveis hierárquicos e em diferentes áreas de actuação; administrativo, património, gestão urbanística,

protecção civil, etc. O sítio MAPAS.CM-TAVIRA.PT, é vocacionado para o Município e portanto tem alguns serviços integrados, como por exemplo o envio de reclamações sobre equipamentos urbanos. Os demais componentes do SIG são utilizados a nível operacional e portanto têm relevância e visibilidade restrita. Sem a plataforma não seria possível disponibilizar informação a todos os níveis e sem isto não haveria visibilidade do SIG. Havendo esta visibilidade (e utilização massiva) todo o trabalho desenvolvido em prol da implementação é justificado e ganha apoio por parte de todos os sectores.

4.3- Estratégia de utilização

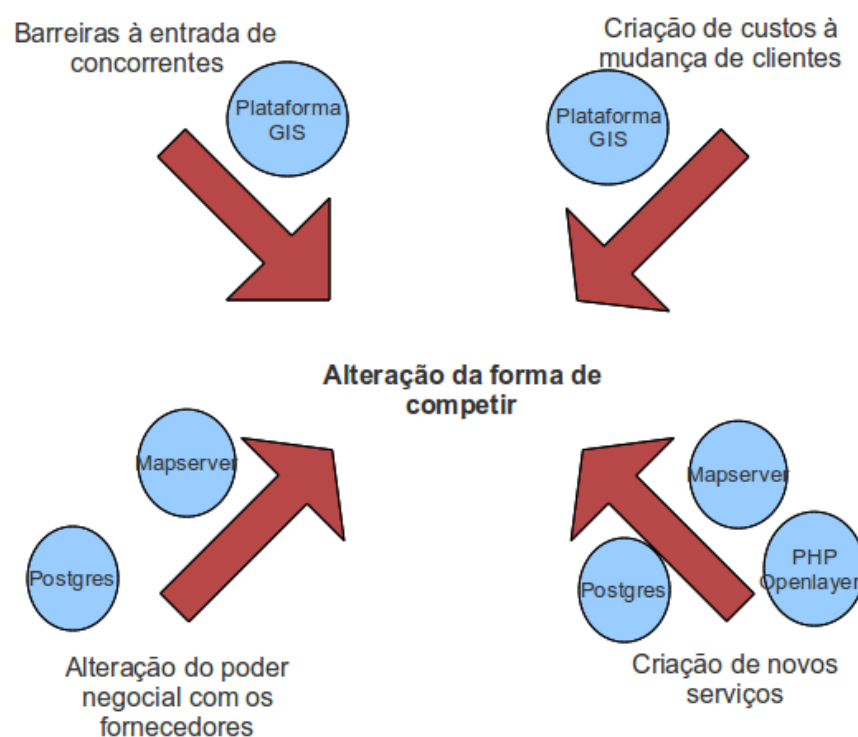


Ilustração 5: Forças de Porter

Considerando que os utilizadores/clientes dos serviços de informação geográfica, são os próprios colegas, funcionários nas diversas divisões da Câmara Municipal e também os munícipes e que existem fornecedores de aplicações informáticas interessados em ter a Câmara Municipal como cliente, analisamos o estado actual pelo diagrama das 5 forças de Porter.

Com a implementação de um SIG utilizando software de código aberto, gera-se uma dinâmica interessante com os fornecedores, estes são, simultaneamente, concorrentes da Divisão de Sistemas e Cartografia que criou a plataforma de SIG. O facto de

existir uma base de dados em Postgres diminui custos de aquisição de aplicações e estas têm de obedecer aos critérios já estabelecidos, não consideramos que seja uma barreira aos fornecedores (“concorrentes”) porque é possível estabelecer conexões ao Postgres a partir de quase todas as linguagens de programação. Com o conjunto de ferramentas de desenvolvimento OpenLayers, Postgres, Mapserver/Apache e os técnicos capacitados, são desenvolvidos novos projectos e novas aplicações adaptadas as necessidades reais que vão sendo detectadas. Esta “força” é o motor de todo o SIG porque aqui reside todo o esforço em dinamizar a recolha de informação e disseminar a utilização. A plataforma SIG cria habituação aos utilizadores não só pela utilização corrente mas também pelo facto de as funcionalidades serem personalizadas por sugestão dos utilizadores. Além disso serve como termo de comparação à aquisição de novas aplicações para SIG, antes de se adquirir é feita uma avaliação em termos das funcionalidades existentes e as que se podem desenvolver internamente.

5- Conclusões

Nesta fase do processo de implementação do SIG no Município de Tavira salienta-se que houve uma rápida adaptação às ferramentas de programação *open source*, nomeadamente Open Layers. A curva de aprendizagem foi rápida a partir do momento em que houve uma formação inicial. O facto de haver técnicos de informática envolvidos no processo colmata a necessidade de assistência externa, todo o *software open source* utilizado tem uma base larga de utilizadores e muita documentação detalhada na *internet*. Depois de instaladas em conformidade com as recomendações específicas, todo o software demonstra robustez e estabilidade. As comunidades de utilizadores na *internet* são uma fonte muito rica de informação e com a troca de experiências e dúvidas, consegue-se resolver os diversos problemas que surjam.

Entramos numa nova fase do projecto de implementação do SIG e apesar de haver ainda algumas melhorias a completar em termos dos processos de actualização e interacção com diversos departamentos da Câmara, surgem novos desafios que serão ponderados e determinarão o futuro deste projecto, especificamente, a gestão de redes topológicas e representação em 3D.

Com a utilização de tecnologias, ao longo do processo de implementação é determinante que exista um grande empenho dos técnicos envolvidos, pois a oferta formativa é menor o que requer mais investimento pessoal na pesquisa de informação. No caso do Município, que integra agora um novo serviço transversal que requer a colaboração de todos os departamentos, é importante divulgar o SIG e acompanhar os utilizadores de modo a disseminar a sua utilização.

6- Referências bibliográficas:

- [1] HUBNER, C.E; OLIVEIRA, F.H. 2008. Gestão da Geoinformação em Implementações Multiusuários. COBRAC-2008, Congresso Brasileiro de Cadastro Técnico Multifinalitário, UFSC, Florianópolis.
- [2] V. Crăciunescu, Șt. Constantinescu, I. Ovejeanu, 2008

7- Bibliografia:

ARONOFF, S. *Geographical information system: a management perspective*. Ottawa: WDL, 1989.

Gonçalves, R. G. e Cazarini, E. W. *O uso de SIG no corpo de bombeiros: uma proposta de modelo de implementação*. Revista Minerva, Volume 5, Número 1 - janeiro a junho de 2008.

F. Rinaudo, E. Agosto, P. Ardissonne, *Gis and web-gis, commercial and open source platforms: general rules for cultural heritage documentation*. Politecnico di Torino – DITAG, 2007

Clodoveu Augusto Davis jr., *GIS Interoperável e Distribuído: Arquitetura e Aplicações*, CDE-PRODABEL, 2003

Porter, M.E. *How Competitive Forces Shape Strategy*, Harvard business Review, March/April 1979.

Mcfarlan F. W. e Mckenney J. L., *Corporate information systems management: the issues facing senior executives*, Dow Jones Irwin, 1983

Daniel Gorni, Mariana Giannotti, Alessandra Knopik, Patricia Brito, Marcos Rodrigues, *Open source web GIS Sistema de Informação Geográfica de Expedições*, Universidade de São Paulo – Escola de Engenharia Politécnica da USP Departamento de Engenharia de Transportes, 2007

Porter, M.E., *Competitive Strategy: Techniques for Analyzing Industries and Competitors*, 1980