

Métodos para modelagem do fator temporal de dados espaço-temporais em *Historical Geographical Information Systems*

Pedro Arias Martins

Instituto Militar de Engenharia, Departamento de Engenharia Cartográfica - Rio de Janeiro - Brasil -

pedroariasmartins@gmail.com

Prof. D.E. Luiz Felipe Coutinho Ferreira da Silva

Instituto Militar de Engenharia, Departamento de Engenharia Cartográfica - Rio de Janeiro - Brasil

felipe@ime.eb.br

RESUMO

As aplicações e áreas que fazem uso dos Sistemas de Informação Geográfica (SIG) crescem a cada ano, com a valorização da informação espacial. Uma das aplicações dos SIGs é para a História, através dos *Historical Geographical Information Systems* (HGIS), cuja vanguarda de discussão e pesquisas concentra-se na Europa Ocidental e nos Estados Unidos. Não há como, efetivamente, se entender um fenômeno ou processo histórico-geográfico sem se considerar ambos espaço e tempo. Os SIGs já atingiram êxito em trabalhar com a questão espacial e atributos. No entanto, a questão da modelagem do tempo ainda é um problema e um campo em aberto para pesquisas, decorrendo em diversas metodologias propostas, de acordo com a aplicação que se tenha de um SIG Temporal. Neste artigo, serão apresentados e criticados cinco modelos utilizados em HGIS: separação por *layers*; tempo como atributo; date-stamping; composto espaço-temporal; três domínios. Ainda será feita uma apresentação e revisão de conceitos inerentes aos HGIS e discussão pós-apresentação das metodologias. A conclusão a que se chega é que ainda não há uma metodologia capaz de realizar consultas diacrônicas e a responder às perguntas propostas no artigo, o que limita a aplicação dos SIGs à pesquisa histórica.

PALAVRAS-CHAVE: Historical Geographical Information Systems; Modelagem Temporal.

ABSTRACT

The applications and areas which make use of the Geographic Information Systems (GIS) grow every year, as the spatial information gets valued. One of the GIS's applications is for History, through the Historical Geographical Information Systems (HGIS), whose main researches are concentrated in the Western Europe and the USA. There's no way to truly understand a historical-geographical phenomena or process without considering both space and time. The GIS has already succeeded in working with the spatial and attributes issue. However, the time modeling issue is stills problem and an opened research field, occurring in many proposed methodologies, suited for each application that one may have for its Temporal GIS. In this paper, it will be presented and criticized five models used in HGIS: layers-divided; time as attribute; date-stamping; space-time composite; three domains. It will have a presentation and a review over HGIS concepts and a post-methodologies presentation deliberation. The conclusion is that there isn't a methodology capable of performing diachronic queries and answering the questions proposed in the paper, which limits the GIS application to Historical research.

KEYWORDS: Historical Geographical Information Systems.

I - INTRODUÇÃO

Como ressalta Ian Gregory (2005, p.62), “para verdadeiramente entender um fenômeno há de haver uma correta forma de lidar com ambos localização e tempo”. Neste sentido, inicialmente surgiram os Sistemas de Informação Geográfica (SIG), desenvolvidos para o tratamento da informação geográfica, tendo atingido êxito em trabalhar com a questão espacial (coordenadas terrestres ou projetadas) e atributos, seja em softwares livres ou proprietários. No entanto, a questão do tempo e dos Sistemas de Informação Geográfica Temporais, não evoluiu na mesma velocidade, por se tratar de teoria e modelagem mais complexas.

Apesar disso, historiadores, geógrafos e outros pesquisadores da área da História e da Geografia Histórica, notaram as potencialidades dos SIGs e desde o fim da última década do século passado vem desenvolvendo estudos com o auxílio destes. Os sistemas resultantes foram denominados *Historical Geographical Information Systems*. Estes são de diversos tipos e com diferentes funcionalidades, como será visto na seção 3.

O presente trabalho tem como objetivo levantar, definir e explicar cinco metodologias que vem sendo utilizadas para o armazenamento do fator tempo em *Historical Geographical Information Systems* (HGIS).

II - TEMPO EM SIG

De acordo com Donna Peuquet (1994, *apud* Ian Gregory, 2005, p. 63), um “Sistema de Informação Geográfica Temporal completo deveria ser capaz de responder a três tipos de perguntas”, relacionadas a: 1) mudanças em um objeto (ou seja, o objeto em si, sem topologia); 2) mudanças na distribuição espacial de um objeto comparando-se datas (no que poderia ser chamado de topologia temporal); 3) mudanças nas relações espaço-temporais no âmbito de diferentes fenômenos geográficos. Exemplos dos três tipos de pergunta foram formulados pelos referidos autores:

1. o objeto se moveu nos últimos dois anos?, onde estava o objeto há dois anos?, como o objeto se modificou ao longo dos últimos cinco anos?.”
2. quais áreas de uso agrícola em 1/1/1980 haviam mudado para urbano em 31/12/1989?; alguma mudança de uso ocorreu nessa bacia de drenagem entre 1/1/1980 e 31/12/1989?; qual era a distribuição do uso da terra comercial há 15 anos?.
3. quais áreas apresentaram deslizamento de terra dentro de uma semana após um tempestade?; quais áreas no raio de uma milha de uma via deixaram de ser de uso agrícola desde que a via foi completada?

Ainda não se observa nos *softwares* de SIG de hoje em dia a capacidade para se realizar consultas deste tipo, daí a necessidade de maior aprofundamento no temo por meio de estudos teóricos e práticos.

III - HISTORICAL GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS (HGIS)

Um HGIS é um tipo específico de Sistema de Informação Geográfica Temporal (SIGT). Na essência, difere-se de um Sistema de Informações Geográficas por dever permitir análises espaço-temporais – no caso, históricas – dos objetos mapeados e seus atributos. Enquanto os SIG convencionais são adequados e desenvolvidos para análises e estatísticas espaciais estáticas, ainda há dificuldades para a modelagem dos sistemas em questão para representar e realizar análises de fenômenos temporais, históricos e diacrônicos.

A vanguarda da discussão, criação e disponibilização de HGIS encontra-se concentrada principalmente em países da Europa Ocidental e América do Norte. Os estudos que estão sendo produzidos nesta área vão desde a criação e utilização de HGIS para auxílio na validação de hipóteses diversas em pesquisas histórico-geográficas (ALVES & PUIG, 2010); passando por tentativas de se organizar e visualizar informações de bancos de dados históricos (RUMSEY & WILLIAMS, 2002); até a discussão da implementação de tais sistemas e da visualização/disponibilização cartográfica da informação histórica e histórico-geográfica nestes ambientes (YUAN, 1996). Dentro deste universo, a questão do armazenamento de dados espaço-temporais em forma de um HGIS é o problema que se apresenta nesta pesquisa.

A incipiência de estudos nesta área no Brasil é notória, podendo ser exemplificada pela ausência de uma tradução consolidada para tais sistemas. Neste sentido, aqui será adotado o termo em inglês, já consolidado (ALVES & PUIG, 2010; GREGORY & ELL, 2007; FITCH & RUGGLES, 2003; GREGORY, 2003; RUMSEY & WILLIAMS, 2002). Em Portugal, há pesquisas e desenvolvimento nesta área, havendo inclusive uma tradução, em artigo (ALVES E PUIG, 2010), como Sistema de Informação Geográfica Aplicado à História, o qual é uma opção para tradução em português.

Alguns exemplos de HGIS disponibilizados via *web* (seguindo a tendência da disponibilização de dados geográficos na rede mundial de computadores), podem ser consultados tais como o da University of Portsmouth (2010), o da Ghent University (2010), o da Harvard University & Fudan University (2010), e o da University of Minnesota (2010).

IV - HGIS E A CARTOGRAFIA HISTÓRICA

Segundo David Rumsey & Meredith Williams (2002, p. 1-2) para que se defina a importância do que os mesmos chamam de mapas históricos e da própria Cartografia Histórica para os estudos de HGIS:

A maioria dos Historical GIS seriam impossíveis sem mapas históricos (...). Mapas armazenam informação geográfica que é fundamental para reconstruir lugares passados, seja cidade, região, ou nação. Mapas históricos frequentemente contêm informações que nenhuma outra fonte escrita possui, como topônimos, fronteiras e feições físicas que foram modificadas ou apagadas pelo desenvolvimento moderno. Mapas históricos capturam as atitudes daqueles que os elaboraram e representam visões de mundo do tempo destes. O grau de acurácia de um mapa nos diz muito sobre o estado da tecnologia e do entendimento científico do tempo de sua criação. Por incorporarem informações de mapas históricos, acadêmicos que elaboram Historical GIS estão estimulando um novo interesse nessas ricas fontes que muito tem a oferecer à academia da história e ao ensino. (...) SIGs estão dando novos ares aos mapas históricos ao os libertarem do confinamento estático de sua forma original impressa.

Ainda Bruno Affonso Rego Rossato (2006, p. 70-71) classifica Cartografia Histórica como “uma especialidade da Cartografia que tem como enfoque as características temporais das representações cartográficas, assim como seu estudo, construção e utilização”, e complementa que trabalhos que “utilizam mapas antigos e/ou históricos como fontes de informações” e/ou “constroem mapas históricos” são partes integrantes da mesma.

Ou seja, na linha destes dois trabalhos citados, o presente trabalho mostra-se pertinente a um Simpósio de Cartografia Histórica pelo fato de os HGIS permitirem um tipo de representação cartográfica (seja digitalmente ou de forma impressa), a eles estar intrínseco o aspecto temporal de tais representações e o presente trabalho estudar as metodologias de armazenamento do tempo em tais sistemas, além de por poderem ter como fonte de informações as citadas por Bruno Affonso Rego Rossato (2006, p. 70-71).

No sentido da justificativa, contextualização e estabelecimento de bases do trabalho, alguns conceitos de tipos de mapas devem ser definidos, para isso, serão adotadas as definições de Bruno Affonso Rossato (2006, p. 66-69):

- Mapa antigo – aquele criado no passado e cuja representação já não mais é fiel ao que se observa no presente.
- Mapa histórico ou do passado – criado no presente, porém representando situações pretéritas.
- Mapa contemporâneo ou do presente – definição mais complexa. Porém, simplificando refere-se aos mapas que mesmo tendo sido produzidos no passado, hoje representam a situação atual.
- Mapa do futuro – criado no presente ou no passado, com o objetivo de representar uma situação que poderá existir no futuro, ou seja, que ainda não existe na visão do observador.
- Mapa temporal – criado para fazer representações de situações/cenários de diferentes períodos, sejam do passado, contemporâneos ou do futuro.

Desta forma, mapas antigos constituem uma das principais fontes de dados para a criação de um HGIS, uma vez que exprimem a visão de realidade do cartógrafo no momento em que elaborou tais mapas, independente do objetivo do mapeamento realizado. Por outro lado, os HGIS permitem a construção de mapas históricos, ou seja, feitos hoje mas representando situações pretéritas e também mapas temporais, já que podem ser misturados em um mesmo mapa, cenários ou dados (como a evolução da fronteira agrícola brasileira, por exemplo) de diferentes períodos.

Há de se notar que existe diferença conceitual entre as terminologias empregadas por Bruno Affonso Rego Rossato (2006, p.66-67) e David Rumsey & Meredith Williams (2002, p.1). Os segundos chamam de mapa histórico o que o primeiro define como mapa antigo. Para este artigo, escolheu-se a utilização da classificação feita pelo primeiro.

V - METODOLOGIAS DE MODELAGEM DO TEMPO EM HGIS

Atualmente, ainda não há uma metodologia de lidar com a condicionante tempo em HGIS consagrada e difundida como a melhor e mais completa, que atenda a maioria das necessidades dos pesquisadores. Desta forma, os desenvolvedores e pesquisadores desta área, que faz uso das Geotecnologias, vem desenvolvendo metodologias e modelagens específicas que julgam ser a mais adequada para a aplicação histórica em questão, e para os dados disponíveis.

Por ser um campo de estudo que vem ganhando mais adeptos e maior notoriedade desde a década passada, assim como mais aplicações publicadas, aqui ainda não se julga ser possível identificar todas as metodologias empregadas. Porém serão apresentadas, nos próximos itens, cinco das quais julga-se terem mais notoriedade em termos de relevância dos autores e publicações.

VI - TEMPO COMO ATRIBUTO

De acordo com Ian Gregory (2005, p. 64), uma das maneiras de lidar com o tempo, em tais sistemas, é tratando-o como um atributo da tabela. Pode ser colocando em uma única coluna o atributo temporal, como uma data, por exemplo: um valor de ano para cada objeto geográfico. Essa solução, porém implica que os outros atributos não tenham modificações ao longo do tempo, ou seja, em uma relação 1:1 com o tempo. Por exemplo: em uma tabela de nomes dos países o atributo data é “1993” e o nome do país é “Tchecoslováquia”, porém, neste ano, houve a separação em República Tcheca e Eslováquia, ou seja, as propriedades espaciais do país “Tchecoslováquia” não são válidas durante todo o ano de 1993. Nesta mesma linha há ainda as separações de Sérvia e Montenegro (2006), das Coreias e emancipações políticas municipais no Brasil, como o caso de Mesquita (1999), antigo distrito de Nova Iguaçu.

Uma solução para tal problema é criar dois campos, um com a data de início e outro com a data de fim. Neste ponto, entra a questão do tempo de validade (DEUS, 2005, p. 97) que consiste em “tempo em que o valor é válido na realidade modelada”. Com tal solução, portanto, a propriedade espacial seria respeitada, porém seriam acrescentados mais dois registros na tabela, totalizando três (um para até quando existia Tchecoslováquia e outros dois, para a partir de quando se separaram, ficando assim um registro para República Tcheca e outro para Eslováquia; desta forma, respeitando, portanto, a propriedade espacial dos objetos, no caso, polígonos).

Por ser uma abordagem simples de ser implementada, há como positivo a diversidade de *softwares* onde realizá-la, podendo fazê-la, inclusive, externamente a um *software* de GIS, como num Sistema Gerenciador de Banco De Dados Espaciais, como, por exemplo, o *software* livre PostGIS.

Em termos de grandes quantidades de dados, o aumento da quantidade de atributos pode ser um problema de armazenamento e celeridade de processamento. De acordo com Ian Gregory (2005, p. 65), “modelar o tempo desta maneira permite que feições espaciais sejam criadas e excluídas e tenham seus atributos modificados ao longo do tempo” mas “a limitação de tal abordagem é que a localização das feições não pode mudar”.

VII - SEPARAÇÃO POR LAYERS

De acordo com Ian Gregory (2005, p. 65) e May Yuan (1994, p. 861), outra metodologia é através da criação de *layers* (camadas) que representem determinados intervalos de tempo. Também conhecida como modelo *snap-shot*. Segundo o primeiro autor, este método é mais adequado para quando os dados são explicitamente de caráter espacial. Esta é provavelmente a forma mais intuitiva de se associar uma determinada situação a um determinado intervalo temporal. Sempre que um novo cenário surgir, é só adicionar um novo *layer*.

Como fatores positivos, há a facilidade e simplicidade da metodologia de criação dos *layers*, sendo um *layer* para cada grupo de representações espaço-temporal de objetos de determinado intervalo de tempo; a existência e oferta de *softwares* livres onde possa ser realizada tal metodologia; ser adequado à vetorização de mapas antigos; de acordo com Ian Gregory (2005, p. 65), para casos que “mudanças ocorrem em períodos de tempo claramente definidos de relativa estabilidade”; facilitar a realização de análises espaciais topológicas, como interseção, sobreposição e distâncias, e análises espaciais estatísticas.

Porém, apresentam alguns problemas: dados e/ou (partes de) objetos geográficos que não se modifiquem ao longo do tempo terão que ser representados repetidamente em cada *layer*, acarretando em retrabalho humano (vetorização de algo que já está vetorizado, porém só uma parte é modificada em relação

ao do outro intervalo temporal); necessidade de maior processamento de dados (para carregar diversos *layers* e seus atributos, que em partes estão sobrepostos, por mais de uma vez e, portanto, não seria necessário que fossem visualizados em aplicações cuja necessidade, por exemplo, é apenas ver a diferença entre um objeto e outro, ou seja, sua evolução/modificação espacial).

Somados a estes, ainda há a necessidade de mais espaço para armazenamento dos *layers* que forem criados; e maior dificuldade para atualização cartográfica, uma vez que se torna necessário atualizar todos os *layers* que tenham coordenadas de pontos, linhas ou polígonos iguais, nos casos onde fosse necessário alterar algum dado. Como critica Philip J. Uhl (2001, p. 15):

enquanto este modelo de dados pode ser adequado para representação de dados por um período curto de tempo, o mesmo poderia ser uma bagunça quanto a longos períodos, particularmente se as feições sendo modeladas mudarem frequentemente

Ou seja, resumidamente, como critica May Yuan (1996), esta abordagem resulta em “uma grande quantidade de duplicação de dados com propriedades no espaço e tempo inalteradas” e “a maior consequência negativa é redundância de dados e risco de inconsistência de dados”.

Além disso, e o mais importante para o presente trabalho, é que não é uma metodologia que facilite consultas temporais, tais como a questão proposta por May Yuan (1994, p. 861): “onde houve incêndio mais de cinco vezes nos últimos dez anos?”.

VIII- DATE-STAMPING (OU TIME-STAMPING)

Assim como a metodologia que será explicada no próximo tópico, esta foi criada num esforço para “construir sistemas que realizem contínuas gravações de mudanças de limites”, de modo a “permitir ao pesquisador extrair os limites para a data adequada e vinculá-los a qualquer atributo de dados adequados”, (GREGORY, 2005, p. 65). Trata de limites, pois são metodologias baseadas em mapeamento em HGIS de limites e fronteiras do HGIS da Grã Bretanha (University of Portsmouth, 2011), cujo coordenador Ian Gregory.

Também usa a abordagem de tempo como atributo, porém em um único *layer* armazena todos os dados espaciais, através dos chamados *layers* mestres, nos quais tanto pontos (de unidades administrativas), quanto linhas (dos limites), são armazenados. Neste momento, não há topologia espacial que una ambos, porém “um usuário pode especificar uma data e um programa especificamente criado extrai os pontos apropriados e as linhas para criar topologia de maneira a formar um *layer* poligonal para aquela data”

(GREGORY, 2005, p. 66), ou seja, para criar o polígono dos limites territoriais em questão naquele momento de tempo especificado.

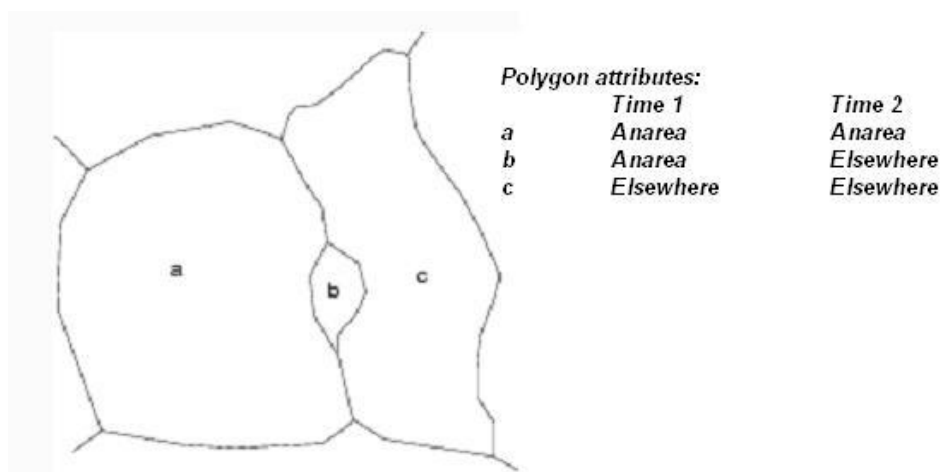
Em relação à metodologia de separação por layers, uma vantagem é que as linhas e pontos são vetorizados apenas uma vez, de maneira semelhante à da metodologia de tempo como atributo. Como desvantagem há a necessidade da criação de uma rotina ou programa que crie a topologia, sendo, assim, necessário recorrer a algum *software* ou contratar programador.

IX - SPACE-TIME COMPOSITE (COMPOSTO ESPAÇO-TEMPORAL)

Este modelo se baseia na lógica booleana, tratando o espaço em segmentos disjuntos. Nele, o espaço geográfico (tido como contínuo) é dividido em compostos espaço-temporais e suas modificações gravadas nos diferentes instantes de tempo. Seria semelhante a uma metodologia de diversos *layers*, uma para cada instante, porém as diferenças são que o que é armazenada não é a informação espacial, porém o sim ou não de modificação nos determinados momentos e tudo agrupado em um mesmo *layer*.

Um exemplo é o Acre. Num tempo 1 (T1), o Acre era território boliviano, portanto pode-se associar um Não para sua pertinência ao Brasil e um Sim para a Bolívia. Num T2, ele passou a ser um Sim para o Brasil e um Não para o Bolívia. A vantagem é que o polígono do Acre já está desenhado para ambos os casos, o que muda é o seu status de pertinência, ou seja, sua topologia espacial.

A figura abaixo, retirada de Ian Gregory (2005, p.67) ilustra de forma mais clara o modelo:



De acordo com May Yuan (1996), este modelo “representa o mundo como um conjunto de objetos homogêneos espacialmente e uniformes temporariamente em um espaço 2D (um *layer*)”.

Ou seja, como foi exemplificado no caso do Acre e como diz May Yuan (1996), “cada composto espaço-temporal tem seu curso temporal de mudanças em seus atributos”, este modelo “conceitualmente descreve as mudanças de um objeto espacial durante um período de tempo”, já as “mudanças em atributos são gravadas em tempos discretos”, ou seja, contrariamente ao continuidade do espaço.

De acordo com May Yuan (1996), os principais problemas de tal modelo são:

O modelo STC é capaz de gravar temporalidade dentro da maior unidade comum de atributo, espaço e tempo (ou seja, mudança de local), mas não consegue captar a temporalidade entre os atributos através do espaço (ou seja, movimento). Além disso, a atualização de um banco de dados do STC requer a reconstrução de unidades de STC. Por conseguinte, mudam as relações geométricas e topológicas entre unidades STC e toda a base de dados, ambos objetos espaciais e tabelas de atributos, precisam ser reorganizadas

Portanto, o modelo é inadequado para SIGs que tenham que representar mudanças na geometria das representações das feições, como, por exemplo, um SIG que objetive estudar as mudanças na linha de costa de uma dada localidade. Em termos de pesquisa histórica, isso é um sério problema, uma vez que novas pesquisas e fontes de dados são descobertas com o avanço dos estudos que se esteja realizando (ALVES E PUIG, 2010, p. 13).

Como ponto positivo, há a não necessidade de diversos *layers* para armazenar dados que são modificados ao longo do tempo, mas que mantenham alguns pares de coordenadas (evitando a duplicação de dados, como de pontos e linhas) e ser adequado principalmente a objetos representados por pontos, linhas ou polígonos que não tenham sua forma modificada, como por exemplo, a distribuição geográfica das ocorrências de algo ao longo do tempo. Outro fator positivo é que em relação a outros modelos (como o de separação por *layers*), requer menos espaço de armazenagem computacional.

X - MODELO DOS TRÊS DOMÍNIOS

Este modelo proposto por May Yuan (1996) consiste em separar em três domínios diferentes o tempo, o espaço e os atributos. Ou seja, há uma tabela para os atributos (como, por exemplo, nome das ruas, proprietário, tipo de uso da terra); uma para o espaço (onde são armazenadas as coordenadas geográficas ou projetadas); e uma para o tempo (onde há um campo tempo, onde fica explicitado o instante ou intervalo de tempo que está se registrando). Todas elas tem como chave primária um código serial.

As três tabelas se relacionam através de um quarta, que faz as ligações dos domínios espacial, temporal e atributos através das chaves primárias das três tabelas, em registros que as relacionam, de modo a compor o objeto.

Como ressaltam Saeed Nadi e Mahmoud R. Delavar (2005, p. 28), tal modelo tem a “habilidade de mudar a informação espacial independentemente de seus atributos e vice versa”, porém falha em realizar consultas sobre como um objeto se modificou, além de não possuir um mecanismo que “mantenha a integridade e a segurança da informação” em caso de mudança espaço-temporal dos objetos.

XI - DISCUSSÃO

Embora haja pesquisadores utilizando SIGs como auxílio para pesquisas históricas no Brasil, faz-se necessário uma disseminação maior, em âmbito brasileiro, dos HGIS e sua utilidade tanto para o auxílio computacional e de análises espaço-temporais, quanto para a disponibilização dos resultados de pesquisas e coletas de dados.

Isso se torna complicado pela dificuldade de encontrar profissionais que unam conhecimentos e experiências nas pesquisas históricas e geográficas aos cartográficos e de sistemas.

Os modelos que existem hoje, não permitem realizar o que deveria ser o principal fator de ajuda de HGIS para a Geohistória: as análises espaço-temporais diacrônicas. Além disso, não são capazes de dar a resposta das perguntas elaboradas por Donna Peuquet (1994 *apud* Ian Gregory, 2005, p.63) e listadas no segundo item do artigo.

Contesta-se a classificação das perguntas acima citadas assumindo-se a igualdade entre o segundo e terceiro tipo. A não explicitação numérica não altera as relações temporais. Numa visão de modelagem, uma vez que eventos colocados em um sistema temporal seriam associados a uma data ou trabalhados da mesma maneira que uma data. No exemplo citado a diferença consiste apenas em associar a data a um “nome” ou “evento”.

O que nota-se também é que os HGIS a que se teve acesso (disponibilizados na web) tendem mais a ser SIGs convencionais do que SIGs temporais, por essa questão da dificuldade da modelagem.

Apesar disso, com a pesquisa realizada, ficou evidenciado pela revisão bibliográfica e páginas da internet visitadas, que os SIGs ou os HGIS, seja com a questão da modelagem temporal mais aperfeiçoada ou não, e portanto, no estado atual, podem oferecer auxiliar estudos de aplicações da História, da Geografia Histórica e da Cartografia Histórica. Não só para ajudar a entender o presente através do mapeamento e representação de processos e fenômenos do passado mas também para estudar as geografias do passado.

Isso, de forma a estudar o espaço (e sua evolução e dinâmica) do passado relacionando eventos a transformações sociais e espaciais.

No sentido da Cartografia Histórica, esta vai além de um subsídio de mapas antigos e/ou criação de mapas históricos em HGIS. A utilização de HGIS para estudar mapas antigos pode ser útil para se analisar as técnicas de elaboração de documentos cartográficos no pretérito, medir precisão, comparar com outros mapas, as projeções utilizadas, etc.

Entretanto, um fato que nota-se nos modelos apresentados é que todos são orientados a dados vetoriais. Ou seja, não há o aproveitamento de dados matriciais (raster), os quais, em termos de Cartografia Histórica é considerado uma dificuldade. Torna-se necessário sempre vetorizar os mapas antigos para poder trabalhar com os elementos neles representados ou ainda classificar de forma supervisionada os mesmos, aumentando o trabalho e o tempo gastos para poder ter os dados prontos para serem analisados.

Além da modelagem do tempo, alguns outros problemas e dificuldades para criar um HGIS podem ser citados. Um deles é no sentido de quanto mais antigo o mapa, geralmente fica mais difícil de estabelecer com acurácia os dados, limites, fronteiras, etc. Outro é quanto a dificuldade disponibilizar os dados na web, sem necessidade de download, de forma a permitir que o usuário faça online as análises que desejar. A saída encontrada em alguns casos, como o China Historical GIS, é disponibilizar os shapes para o usuário baixar e localmente, em algum programa que tenha disponível em seu computador, visualizar e tratar os dados.

Como os pesquisadores vão buscando modelagens de dados temporais adequadas e específicas a seus estudos, quanto mais se pesquisa, mais se descobrem artigos e metodologias criadas para os mais diversos fins espaço-temporais.

Desta forma, sugere-se, para trabalhos futuros, que sejam pesquisadas e analisadas outras modelagens temporais de dados realizadas por autores de outras áreas de estudo (como ambientais, tempo real, urbanas) para tentar buscar elementos ou mesmo modelos que poderiam ser aproveitados na modelagem do tempo para estudos geohistóricos e da Cartografia Histórica, como por exemplo, o uso de lógica fuzzy e não da booleana, da qual já há diversos estudos.

XII - CONCLUSÃO

Conclui-se que as modelagens para tratar o tempo em HGIS apresentadas ainda não atendem ao que um sistema deste tipo deveria oferecer como auxílio às necessidades das pesquisas históricas, geohistóricas e também da Cartografia Histórica. Esta última fornece subsídios primordiais para um HGIS, mas também pode se aproveitar do que estes sistemas oferecem, mesmo que seja da maneira como estão modelados hoje

(portanto, ainda incompletos), mas ainda mais quando houver uma metodologia para lidar com o tempo mais adequada. Ou seja, podem contribuir nas três fases de um SIG: a entrada de dados; as consultas e cruzamentos de dados; e as saídas de informações.

XIII - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Daniel & PUIG, Josep. IP-HGIS - Um Sistema de Informação Geográfica Aplicado à História da Península Ibérica. MyESIG2010. Oerias, Portugal, Fevereiro, 2010. Disponível em: http://run.unl.pt/bitstream/10362/4932/1/DanielAlves_JosepPuig_2010_IP-HGIS_Um_Sistema_de_Informacao_Geografica_aplicado_a_Historia_da_Peninsula_Iberica.pdf (22/02/2011)
- DEUS, Leandro Andrei Besser de. Tempo em Sistemas de Informação Geográfica. 186 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2005.
- FITCH, Catherine. & RUGGLES, Steven. Building the National Historical Geographic Information System. *Historical Methods*, Washington, EUA, 36, 41-51. 2003.
- GHENT UNIVERSITY, Belgian HGIS, 2010, http://www.hisgis.be/start_en.htm Disponível: 18/02/2011
- GREGORY, Ian & ELL, Paul. Historical GIS: Techniques, methodologies and scholarship. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press, 2007.
- GREGORY, Ian. A Place In History: A Guide To Using GIS In Historical Research. Oxford: Oxbow Books, 2005. 111 p. Disponível em: <http://www.ccsr.ac.uk/methods/publications/ig-gis.pdf> (16/02/2011).
- HARVARD UNIVERSITY & FUDAN UNIVERSITY, 2010, China HGIS, <http://www.fas.harvard.edu/~chgis/> Disponível: 22/02/2011
- NADI, Saeed e DELAVAR, Mahmoud R. Toward a General Spatio-Temporal Database Structure for GIS Applications. *Proceedings Of The International Symposium On Spatio-Temporal Modeling, Spatial Reasoning, Analysis, Data Mining And Fusion*, Pequim, China: Peking University, Vol. XXXVI, parte 2/W25, 27-29, Agosto, 2005.
- ROSSATO, Bruno Affonso Rego. As Temporalidades das Representações Cartográficas. 2006. 104 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto Militar de Engenharia, Rio de Janeiro, 2006. Cap. 3.
- RUMSEY, David e WILLIAMS, Meredith. Historical Maps in GIS. In: KNOWLES, Anne Kelly (Org.). *Past Time, Past Place: GIS for History*. Esri Press, 2002, 1-18.
- UNIVERSITY OF MINNESOTA, National HGIS, 2010, www.nhgis.org Disponível: 22/02/2011.
- UNIVERSITY OF PORTSMOUTH, Great Britain HGIS, 2010, <http://www.gbhis.org/> Disponível: 18/02/2011
- UHL, Philip J.. A Spatio-Temporal Data Model For Zoning. 2001. 48 f. Dissertação (Mestrado) - Brigham Young University, Provo, 2001.

- YUAN, May. Wildfire conceptual modeling for building GIS space-time models. *Proceedings: GIS/LIS'94*, Phoenix, EUA, 860-869, Outubro, 1994.
- YUAN, May. Temporal GIS and Spatiotemporal Modeling. In: GOODCHILD, Michael. (Org.). *Integrating GIS and Environmental Modeling*, CD-ROM, 1996. Disponível em: http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/SANTA_FE_CD-ROM/sf_papers/yuan_may/may.html (22/02/2011)