

SAGISc: Sistema Colaborativo para Recolha de Dados Geológicos

Paula André Pedro Antunes
LaSIGE / Departamento de Informática, FCUL
Edifício C6, Piso 3, Cidade Universitária, Lisboa
Paula.andre@ineti.pt, paa@di.fc.ul.pt

Sumário

A produção de cartografia geológica por processos convencionais é um trabalho complexo de recolha e integração de dados, assim como de consulta a especialistas e colegas de equipa. Esta complexidade implica uma elevada morosidade de todo o processo de recolha de dados, que requer, por exemplo, várias deslocações ao local de estudo. É de salientar que actualmente este processo pode demorar alguns anos.

Este trabalho tem como objectivo concreto a criação de um sistema colaborativo remoto que suporte a partilha de informação pelas diversas equipas intervenientes no processo de recolha de dados geológicos, por forma a reduzir a morosidade do processo. O sistema que foi desenvolvido integra um conjunto de ferramentas de troca de informação e referência cooperativa de dados geológicos/geográficos, bem como de suporte à discussão e tomada de decisão. A integração destas ferramentas constitui um sistema que se denominará geocolaborativo. O desenvolvimento deste sistema foi realizado no contexto do Instituto Geológico e Mineiro (IGM). A avaliação do protótipo por 30 especialistas do IGM revelou que os objectivos propostos foram cumpridos: o sistema proposto foi considerado melhor que a alternativa convencional.

Palavras-chave

Geocolaboração, Georeferenciação, Sistemas de Informação Geográficos (SIG), e-livro de campo, design centrado no utilizador.

1. INTRODUÇÃO

Um levantamento geológico convencional apresenta duas componentes de extrema importância: o trabalho de gabinete e o trabalho de campo. A primeira etapa de um levantamento consiste na pesquisa em gabinete, que antecede o trabalho de campo propriamente dito, em que se reúne toda a informação da zona a estudar, tais como bibliografia, notas de trabalhos anteriores, mapas, resultados de geoquímica, geofísica, etc.

A segunda etapa processa-se no campo, onde se efectua o levantamento da geologia da área. Este processo de recolha de dados varia consoante se pretenda efectuar um levantamento de pormenor, por exemplo a uma escala 1/5.000 para estudos geotécnicos e hidrogeológicos, ou um levantamento de âmbito mais regional, a uma escala 1/50.000 ou superior. Assim, o tipo de levantamento depende da escala e do objectivo do trabalho.

Em seguida, novamente no gabinete após o trabalho de campo, o técnico de cartografia, por vezes em conjunto com o geólogo coordenador do trabalho e/ou especialistas de determinada área geológica, revêm toda a informação recolhida e tentam efectuar a interpretação da geologia, num processo que pode ser comparado à colocação de peças num puzzle.

Posteriormente o geólogo coordenador desloca-se ao campo para validação e/ou análise dos resultados e, em caso de dúvida sobre algum elemento geológico, solicita a colaboração de especialistas, na área da geologia estrutural, paleontologia, petrologia, sedimentologia, etc. Esta colaboração normalmente implica uma ou várias deslocações ao campo, por vezes a locais distantes e de difícil acesso, por parte do técnico de cartografia, do geólogo coordenador e do especialista, o que poderá ser moroso e dispendioso (como por exemplo um levantamento nos Açores).

Com este projecto pretendeu-se conceber, desenvolver e experimentar um protótipo de um sistema geocolaborativo para levantamentos geológicos, que permitisse a troca de informações entre o geólogo que está no campo e os restantes especialistas que se encontram nos serviços locais, evitando desta forma o número de deslocações ao campo para verificar as situações de dúvida ou para dar uma segunda opinião sobre determinado elemento geológico.

O protótipo que foi desenvolvido interage com ferramentas de SIG (Sistema de Informação Geográficos) e permite o levantamento de pontos georeferenciados com associação de dados de texto (notas e mensagens), de imagem (fotografia e desenho) e de som. O protótipo

gera um e-livro de campo com toda a informação associada aos pontos levantados e que constitui um substituto electrónico dos artefactos tradicionalmente utilizados no trabalho de campo. O protótipo centra a colaboração entre os diversos especialistas neste e-livro de campo, permitindo a partilha dos dados georeferenciados acima mencionados, complementada com a troca de mensagens suportada por uma ferramenta do tipo Messenger.

O desenvolvimento deste protótipo foi centrado nos utilizadores, tendo sido adoptada a metodologia Contextual Design proposta por [Beyer98].

Este artigo encontra-se estruturado da seguinte forma: Na próxima secção iremos descrever um levantamento de campo tradicional, efectuado sem recurso a sistemas informáticos; em seguida apresentaremos a concepção do sistema geocolaborativo que irá transformar o processo tradicional, identificando os requisitos e o novo processo de trabalho para recolha de dados geológicos; finalmente apresentaremos informação adicional sobre o protótipo desenvolvido, experiências realizadas, resultados da avaliação do protótipo, trabalhos relacionados e conclusões finais.

2. DESCRIÇÃO DE UM LEVANTAMENTO DE CAMPO TRADICIONAL

A análise dos processos de recolha de dados geológicos baseou-se no acompanhamento de especialistas da área das Geociências do Instituto Geológico e Mineiro (IGM).

A primeira etapa deste processo consiste na localização na carta de campo da zona a levantar e do local onde o técnico se encontra. Seguidamente verifica-se a geomorfologia da zona, já que muitas vezes as cotas do terreno ajudam a dar indícios da geologia da zona. Por exemplo, um ponto mais alto pode indiciar uma maior dureza da formação (caso dos quartzitos do Ordovícico); por outro lado uma linha de água pode indiciar uma zona de fraqueza ou falha. A partir daqui o técnico traça e anota na carta (não exactamente na carta, como se verá adiante) e num livro de campo, devidamente

georeferenciado, tudo o que observa.

A Figura 1 apresenta uma página do referido livro de campo, que é constituída por diversas notas, descrições, dúvidas e esboços.

Como se pode observar na seguinte transcrição do livro de campo, são fundamentais as informações de localização, descrições, esboços e inclusivamente as dúvidas levantadas no momento:

- 1) Importância da localização – “Carta nº322- Casa com 300 anos com lápide com inscrição”
- 2) Esboço de um cavalcamento e sua orientação
- 3) Dúvida – “Serra do Carvalhal parece-me estar em cavalcamento de L-W”
- 4) Descrição com localização – “Os Arenitos na fronteira N da carta nº322, no cruzamento da estr. Mação têm direcção E-W e inclinam para Norte, frequentemente são muito micáceos”
- 5) Descrição completamente interrogada – “Parece haver pórfiro no meio do conglomerado, e há estratos? Que fazem ângulo: é a piritite do cavalcamento?”
- 6) Descrição com georeferenciação
- 7) Dúvidas – “Os minerais não serão moscas de metamorfismo? A sê-lo só poderia ser proveniente do pórfiro, mas não é este anterior aos arenitos??”
- 8) Dúvida “Falha pode dar corneanas?”

No livro de campo está bem presente a necessidade de uma segunda opinião, que normalmente implica uma nova deslocação ao campo para visualização do elemento geológico referido. É o caso do ponto 3) “a formação do Carvalhal parece que está em cavalcamento de E-W.” O esclarecimento desta dúvida pode levar à alteração da interpretação da geologia da zona. Outro tipo de dúvida é a do ponto 7) em que o técnico de cartografia não tem a certeza se os minerais presentes serão moscas de metamorfismos. E no caso de se tratar de moscas de metamorfismo só poderiam ser provenientes do pórfiro, mas aqui coloca-se outra dúvida já do foro estrutural: “mas não é o pórfiro anterior aos arenitos?” Este tipo de dúvidas pode ser levantado posteriormente pelo geólogo



Figura 1 – Exemplo da informação de um livro de campo



Figura 2 – Medição da atitude (inclinação e direcção) com bússola



Figura 3 – Marcação na prancheta de elementos geológicos



Figura 4 – Esboço de levantamento geológico

coordenador ou pelo mineralogista/petrólogo (o caso da identificação das moscas de metamorfismo), mas logo de seguida sente-se a necessidade de recorrer a um especialista de geologia estrutural, que poderá ter necessidade de uma deslocação ao campo para verificar a estrutura, ou por vezes só pede ao técnico de cartografia para recolher informações na sua próxima ida ao campo.

À medida que o técnico se vai deslocando no terreno, mede com a bússola a direcção e inclinação das formações (Figura 2). Esta medição pode ajudar a interpretar a geologia da zona, já que igual valor de inclinação noutra local poderá indiciar que se trata da mesma formação. Estas medições traçam-se num papel vegetal que está sobreposto à carta 1/25.000 (ver Figura 3). Para ajudar a identificação utiliza-se o martelo de geólogo, para verificar através da “batida” que formação se tratava, Silúrico ou

Ordovícico. Neste processo é importante verificar os eventuais fragmentos de rocha, o som produzido na altura da “batida”, por exemplo no caso concreto da saída de campo ilustrada nas Figuras 1-3 os quartzitos do Vale da Ursa produzem um som agudo quase metálico.

2.1 Colaboração num levantamento de campo tradicional

Normalmente, num levantamento de campo tradicional, existe uma equipa de campo, que pode ser constituída por um ou mais elementos, que observa, analisa e interpreta a geologia e os dados in situ, recolhe informação e referencia-a no papel vegetal e livro de campo. A equipa de campo reporta informação à equipa do IGM (da qual também pode fazer parte), promove a discussão, consolidação e revisão de dados e, em caso de necessidade, obtém esclarecimento de dúvidas junto dos elementos da equipa do IGM.

A equipa do IGM é normalmente composta pelo geólogo coordenador do trabalho, mas também pode ser constituída por outros elementos da mesma área de conhecimento da geologia ou outras (ex: hidrogeologia, geofísica, etc). Esta equipa, como responsável do levantamento observa, analisa e interpreta a geologia/dados recolhidos no campo e no próprio IGM. Esclarece dúvidas, discute resultados e orienta o trabalho futuro da equipa de campo. Quando necessário desloca-se ao campo para consolidação, revisão, discussão e esclarecimentos da geologia. A colaboração entre estas duas equipas está descrita no diagrama de fluxos apresentado na Figura 5.

3. CONCEPÇÃO DO AMBIENTE COLABORATIVO

Como se pode verificar pela descrição anterior, a recolha de dados geológicos e a realização de cartografia geológica têm lugar no campo e nas instalações do IGM, requerem um bom nível de conhecimentos geológicos e

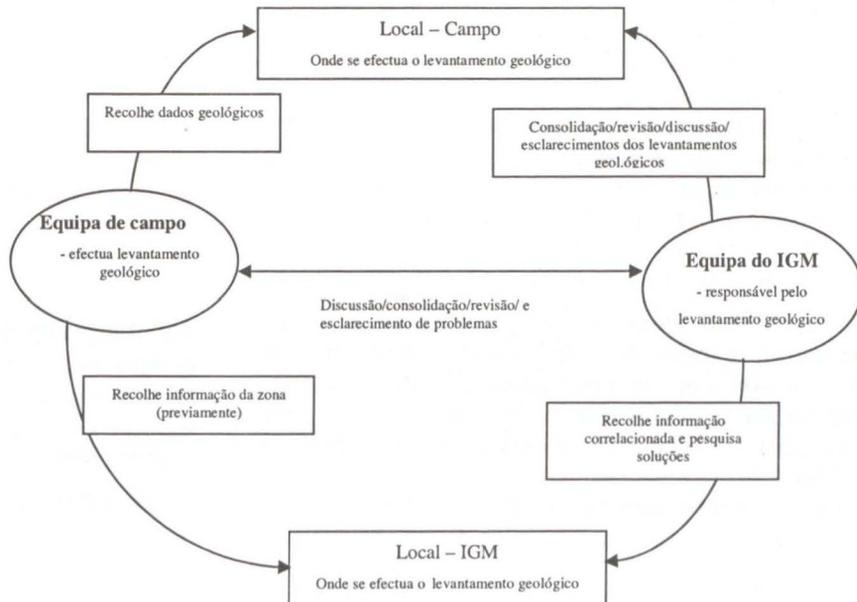


Figura 5 – Diagrama de fluxos

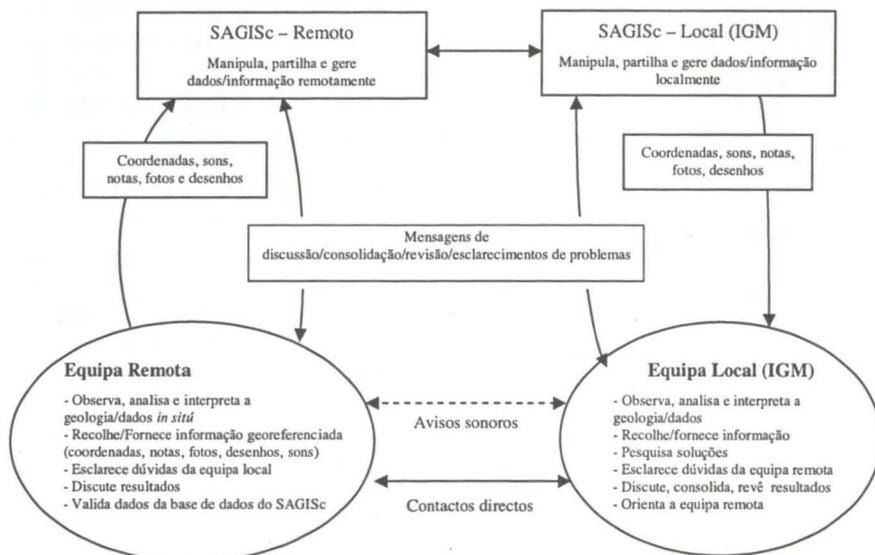


Figura 6 – Diagrama de fluxos

um elevado grau de colaboração entre as equipas, factores a ter em consideração no desenvolvimento do sistema. O sistema deve também permitir uma grande mobilidade ao elemento que se encontra no campo, permitindo ainda a libertação das mãos, por exemplo, para utilizar o martelo de geólogo.

O suporte à colaboração entre as equipas remotas e locais deve privilegiar a mobilidade, a flexibilidade no estabelecimento de contactos e a comunicação das equipas remotas, já que as dúvidas que surgem no trabalho de campo são variadas e ocorrem de forma ocasional. Por essas razões, optou-se por recorrer a um mecanismo de comunicação informal do tipo Messenger. Assim as equipas não se inibem de colocar questões, dúvidas, ou produzir uma segunda opinião [Fagrell00]. De forma a facilitar o estabelecimento de contactos, será utilizado um mecanismo de aviso sonoro.

Para além dos aspectos comunicacionais, o suporte à colaboração entre as equipas remotas e locais será centrado na partilha de informação. Por um lado temos a partilha de mapas topográficos e geológicos. Estes nunca precisam de ser trocados entre as equipas durante o trabalho de campo, pois estas identificam e preparam esta informação durante a fase de planeamento do trabalho, mas podem ser referenciados pelos utilizadores durante o trabalho de campo. O sistema deve garantir que as referências a estes mapas são mantidas de forma coerente.

Por outro lado, observou-se no levantamento de campo tradicional a importância do livro de campo, onde se anotava todo o tipo de informações, dúvidas e esquemas que seriam posteriormente o foco de discussão entre especialistas. Assim, foi decidido que o suporte à colaboração deveria ser centrado num “e-livro de campo,” que reproduz a funcionalidade do livro de campo, mas com a possibilidade de partilha de informação entre equipas remotas e locais (a pedidos dos utilizadores). Os dados ao serem introduzidos no e-livro de campo são georeferenciados o que permite em qualquer momento obter informação, de uma forma automática, sobre um

determinado ponto, o que constitui uma extensão ao livro tradicional.

Os tipos de dados introduzidos no e-livro de campo são as coordenadas dos pontos (recolhidas através de GPS), notas, onde o geólogo escreve as dúvidas, descrições e comentários, desenhos de elementos geológicos, fotografias dos pontos, sons das “batidas” do martelo de geólogo e mensagens trocadas entre as equipas relativamente ao ponto em questão.

Foi anteriormente referido que a recolha de dados geológicos utilizava três artefactos fundamentais: o livro de campo, a carta geológica e a folha de papel vegetal que é agregada à carta

geológica e onde o geólogo esboça o levantamento geológico. Relativamente à carta geológica, a solução proposta recorre ao ArcPad® [ARCPAD], uma ferramenta de GIS pertencente ao ArcGIS Mobile Software da ESRI® [ESRI], bem conhecida e utilizada no IGM. Relativamente ao papel vegetal, devido à complexidade associada ao desenvolvimento de um artefacto digital que replique a sua funcionalidade (desenho sobreposto à carta), optou-se por não proceder ao seu desenvolvimento: o utilizador terá de usar uma ferramenta de desenho não integrada com a carta geológica.

Finalmente, para interliga os diversos componentes do sistema acima mencionados, foi concebida uma ferramenta denominada SAGISc – Sistema de Apoio ao GIS colaborativo. Esta ferramenta permite manipular o e-livro de campo, estabelecer a comunicação entre equipas (através do MSN Messenger®) e interagir com o ArcPad® e a ferramenta de desenho. O restante hardware e software associados incluem: GPS, máquina fotográfica digital, microfone, gravador de som.

Devido ao reduzido controlo exercido pelo sistema, a colaboração assenta fundamentalmente na boa relação de trabalho e historial dos elementos das equipas local e remota. Um “ambiente informal disciplinado” corresponde à situação ideal para um bom funcionamento do sistema.

3.1 Diagrama de fluxos de um levantamento de campo com o SAGISc

No diagrama de fluxos apresentado na Figura 6 pode-se verificar que a colaboração entre as equipas remota e local se processa através do SAGISc.

4. IMPLEMENTAÇÃO

Após a fase de concepção do sistema colaborativo, passou-se à fase de implementação e teste do protótipo (SAGISc). O protótipo foi desenvolvido na linguagem de programação VB.NET®, fundamentalmente devido à sua fácil integração com os sistemas utilizados pelo IGM,

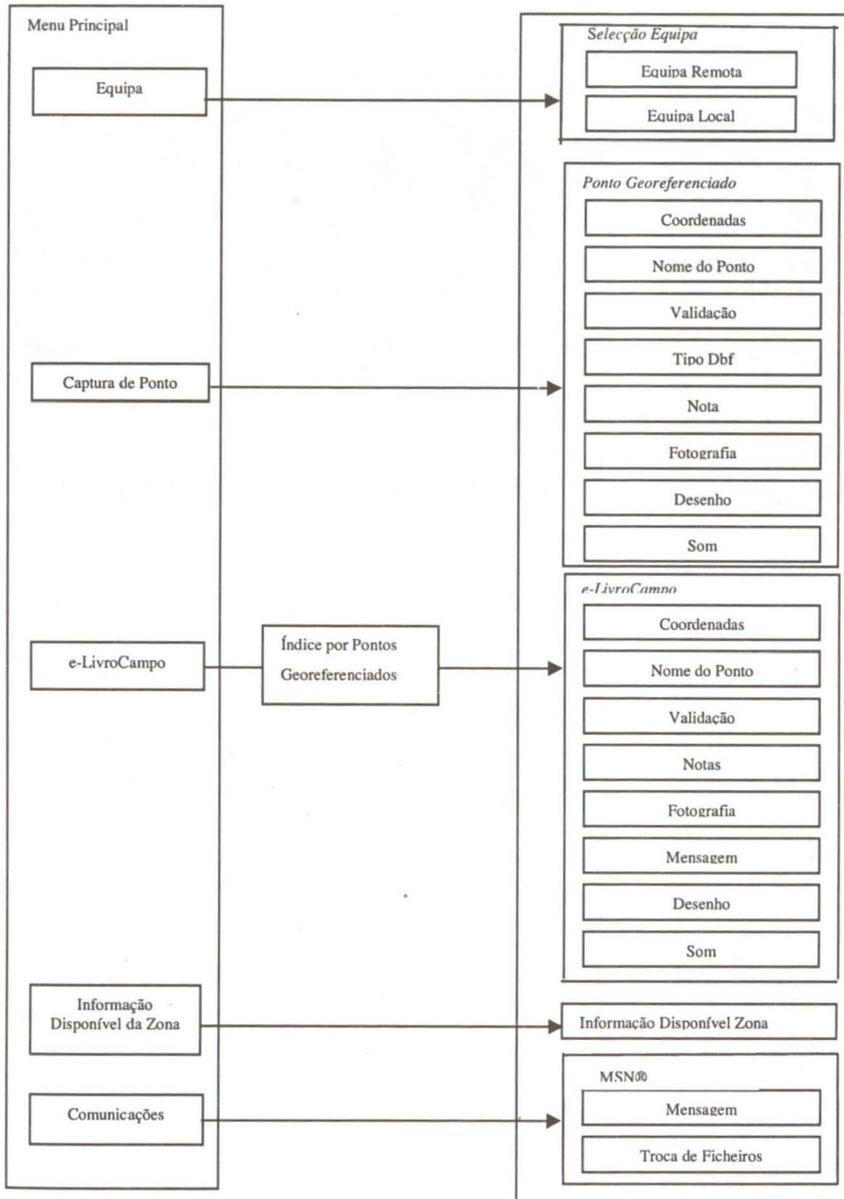


Figura 7 – Diagrama Navegacional

como o ArcPAD®, e por se adequar à construção de um protótipo, com se pretendia. Como este sistema é fundamentalmente dirigido a especialistas de Geociências que trabalham no campo, no seu desenvolvimento teve-se especial atenção à estrutura navegacional, de modo a permitir uma utilização fácil e coerente. A estrutura navegacional encontra-se descrita na Figura 7.

5. AVALIAÇÃO

Após a implementação do protótipo procedeu-se à sua avaliação, de forma a obter uma aproximação sucessiva do “novo sistema” às necessidades dos futuros utilizadores [Beyer98]. Assim, foi efectuada uma avaliação prévia do “novo sistema” por uma equipa remota constituída por uma Geóloga, e por uma equipa local constituída por três especialistas de diferentes áreas da Geologia. Após esta avaliação prévia, devido a razões de ordem prática, optou-se por uma avaliação generalizada do protótipo. Ao todo, a avaliação foi

realizada por trinta especialistas do IGM na área das Geociências.

A avaliação prévia foi realizada numa situação muito próxima da realidade, em que se deslocou a equipa remota para a zona de Oeiras para verificar e discutir a geologia da zona com a equipa local que se encontrava nas instalações do IGM. A equipa remota era constituída por uma Geóloga com pouca experiência de levantamentos geológicos de campo, isto devido ao facto de a sua área de especialização ser Micropaleontologia. A equipa local era composta por três especialistas da área das Geociências, nomeadamente um geólogo, um hidrogeólogo e uma especialista em engenharia geológica. A ambas as equipas foi disponibilizado o equipamento necessário e respectivo software, tendo sido previamente fornecidas breves explicações sobre o seu funcionamento.

A Geóloga que realizou o trabalho de campo transportava o seguinte equipamento: um computador portátil com cartão GPRS, um GPS, uma bússola, um martelo de geólogo, um microfone e uma máquina fotográfica. O software integrante do sistema era o SAGISc, Olympus Camedia®, Notepad®, Freehand®, Sound Recorder® e MSN Messenger®. Ver a Figura 8.

A equipa local encontrava-se nas instalações do IGM com os seguintes artefactos: um computador com ligação à Internet, colunas de som, ArcPad®, MSN Messenger®, SAGISc, scanner e telefone. Ver a Figura 9.

5.1 Resultados obtidos da avaliação prévia

Segundo a opinião dos membros das equipas, o sistema é de fácil utilização e muito útil em especial pela componente de comunicação entre equipas. O modo expedito para proceder à localização dos pontos, a organização dos dados e o seu fácil acesso também foram evidenciados.

O sistema na generalidade funcionou correctamente e correspondeu às expectativas dos utilizadores. Verificou-se apenas uns pequenos problemas na componente das comunicações, pois os pontos levantados no campo eram junto ao mar e correspondiam a elementos geológicos que se encontravam num talude, o que originou a perda de



Figura 8 – Elemento da equipa remota e artefactos: 1 - bússola; 2 - GPS; 3 - martelo de geólogo; 4 - microfone; 5 - computador portátil com placa GPRS, SAGISc, ArcPad®

comunicações. Mais adiante, passando para um segundo ponto, este problema foi solucionado, com o estabelecimento da comunicação numa área com rede GPRS. Em termos de comunicações também se verificou uma lentidão do sistema, tanto para validação do utilizador no MSN Messenger® como na troca de ficheiros.

A falta de portabilidade, e nalgumas situações a falta de usabilidade, do equipamento também foram factores que diminuíram um pouco o rendimento da utilização do sistema.

Em termos de colaboração, a experiência foi bastante positiva, em especial na segunda estação (2º ponto de recolha de dados) em que a troca de mensagens via MSN Messenger® possibilitou a identificação do tipo de calcários do local.

5.2 Avaliação Global

Como foi mencionado anteriormente, após a fase de avaliação prévia do “novo sistema”, foi realizada uma avaliação global, tendo sido realizado um inquérito a trinta especialistas do IGM da área das Geociências. O procedimento utilizado consistiu na apresentação e demonstração do ArcPad® e SAGISc aos participantes na avaliação e posterior resposta individual a um inquérito.

5.2.1 Resultados da Avaliação

Os parâmetros avaliados incidiram sobre a área de actividade dos inquiridos, experiência com sistemas informáticos e experiência em levantamentos de campo. Pediu-se que fosse efectuada uma avaliação ao “novo sistema”, que contemplava a facilidade de utilização do ArcPad®, SAGISc e ao sistema que englobava os dois programas (ArcPad® + SAGISc). Também foi efectuada uma avaliação da relação entre o “novo sistema” e o método tradicional. A classificação utilizada foi a escala de Likert [Likert], entre 1 (Mau) e 5 (Muito bom).



Figura 9 – Equipa Local nas instalações do IGM

Após a análise das respostas constatou-se o seguinte:

Em relação à experiência dos inquiridos em sistemas informáticos e levantamentos de campo

Como se pode verificar na Figura 10, a distribuição do nível de experiência em sistemas informáticos dos inquiridos é mediana, enviesada à direita, com a seguinte distribuição: 15 dos inquiridos consideram-se de nível 3 e 9 de nível 4. Valores estatísticos: Média = 3.27; Desvio Padrão = 0.85.

Em relação à experiência de levantamentos de campo (recolha de dados geológicos no campo) já se verifica que os intervenientes se sentem mais à vontade, pois 19 consideram-se com um nível 4 a 5 e 8 de nível médio. Valores estatísticos: Média = 3.8; Desvio Padrão = 1.05.

Avaliação do “novo sistema” - Facilidade de utilização

De uma forma geral os sistemas avaliados foram considerados de fácil utilização (Figura 11), mas realça-se um maior número de respostas no nível 4 – 18 para o

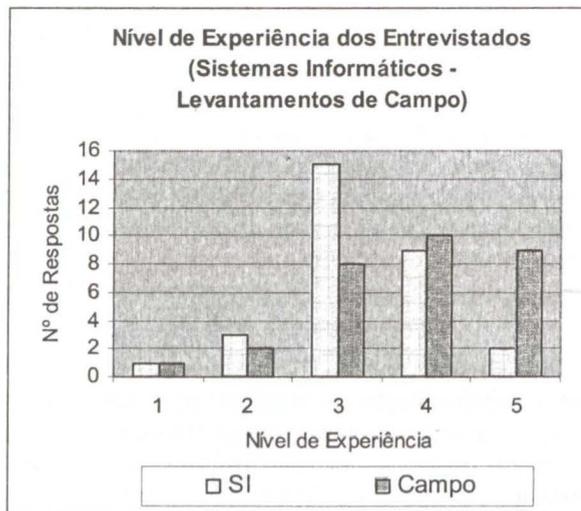


Figura 10 – Experiência em sistemas informáticos e levantamentos de campo

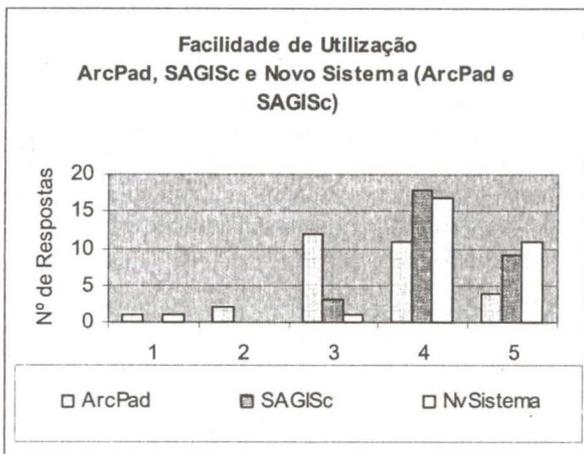


Figura 11 – Facilidade de Utilização do ArcPad®, SAGISc e sistema (ArcPad® + SAGISc)

SAGISc e 17 para o ArcPad® + SAGISc (NvSistema). Valores estatísticos: ArcPad®: Média = 3.5; Desvio Padrão = 0.92. SAGISc: Média = 4.2; Desvio Padrão = 0.6. ArcPad® + SAGISc: Média = 4.23; Desvio Padrão = 0.80.

Comparação entre métodos – Em relação a um levantamento tradicional e ao “novo sistema”

As questões de comparação entre os sistemas são as seguintes:

Em relação a um levantamento geológico tradicional este sistema:

- a) Vai facilitar o seu trabalho?
- b) Vai facilitar o trabalho desenvolvido pelo IGM?
- c) Facilita a troca de opiniões?
- d) É mais rápido obter uma segunda opinião?
- e) A capacidade de observação/análise do problema aumentou?

Globalmente os inquiridos consideraram que o “novo sistema” era Bom (Figura 12). No entanto 19 e 15 das respostas avaliam respectivamente o “novo sistema” como Muito Bom na facilidade de troca de opiniões e na maior rapidez para obter uma segunda opinião. De salientar que um inquirido não respondeu (N/R) à primeira e segunda questão. Valores estatísticos: Facilita trabalho: Média = 4.21; Desvio Padrão = 0.80. Facilita trabalho do IGM: Média = 4.20; Desvio Padrão = 0.71. Troca opiniões: Média = 4.53; Desvio Padrão = 0.81. 2ª opinião: Média = 4.43; Desvio Padrão = 0.62. Obsv/análise: Média = 4; Desvio Padrão = 0.89.

Classificação das componentes do “novo sistema”

Nesta questão pediu-se que os participantes efectuassem uma ordenação crescente do pior para o melhor das componentes do “novo sistema.”

17 respostas indicaram que a ergonomia do equipamento era a pior componente do sistema (Figura 13). Neste ponto tem de se ressaltar que os inquiridos só responderam pelo equipamento que observaram na apresentação: um computador portátil e respectivos

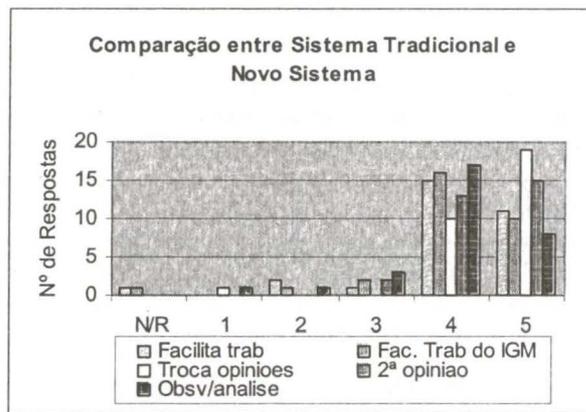


Figura 12 – Comparação entre Sistema Tradicional e “novo sistema”

periféricos. 13 pessoas privilegiaram as comunicações entre equipas, dando a classificação máxima. O “novo sistema” teve por parte de 10 e 9 pessoas uma classificação de 3 e 4. O SAGISc foi classificada por 9 e 8 inquiridos respectivamente com o nível 3 e 4. 11 dos inquiridos consideraram o ArcPad® logo abaixo do SAGISc e do “novo sistema.”

5.2.2 Análise dos resultados e conclusões da avaliação

Como se pode observar pelos resultados obtidos, a avaliação apontou para uma fácil utilização dos componentes que integram o sistema colaborativo, em especial do SAGISc, que foi considerado por 60% dos inquiridos o que apresenta melhor facilidade de utilização (nível 4).

Em relação à comparação com o método tradicional, o “novo sistema” foi classificado como sendo um grande facilitador da troca de informações (63.33% dos inquiridos classificaram no nível 5) e na obtenção de uma

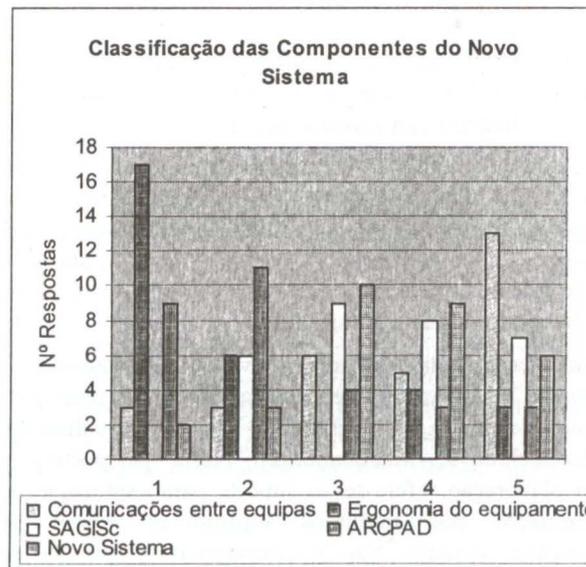


Figura 13 – Classificação das componentes do “novo sistema”

segunda opinião (50% classificaram no nível 5).

Relativamente ao facto de facilitar o trabalho dos inquiridos, 6.67% são da opinião que o “novo sistema” é negativo (nível 2). No entanto salienta-se que cerca de 50% dos inquiridos são da opinião que o trabalho de campo e no IGM vai ser facilitado (nível 4); aliás a média da classificação das respostas no sentido de o “novo sistema” facilitar o trabalho do inquirido e o trabalho desenvolvido no IGM é respectivamente de 4.21 (desvio padrão de 0.80) e 4.20 (desvio padrão de 0.71).

O aumento da capacidade de observação/análise é considerado como positivo por 56.67% dos especialistas (a média das respostas é 4 e o desvio padrão 0.89).

43.33% dos inquiridos apontaram a componente de comunicação como sendo o melhor do “novo sistema,” estando o SAGISc e o “novo sistema” muito próximos na avaliação, isto porque os inquiridos tiveram dificuldades em distinguir um do outro.

A pior componente do “novo sistema” foi a ergonomia (56.66% de respostas), aliás coincidente com a opinião obtida na avaliação prévia.

Nesta avaliação o ArcPad® não foi muito apreciado, tendo sido avaliado por 9 inquiridos como a pior componente do “novo sistema” (nível 1) e 11 inquiridos avaliaram-no dentro do nível 2.

Na generalidade, o “novo sistema” foi bem aceite e considera-se que pode ajudar nos trabalhos de geologia, mas requer um equipamento mais ergonómico para os levantamentos de campo e comunicações com melhor fiabilidade e velocidade.

6. TRABALHOS RELACIONADOS

A área de investigação em geocolaboração é bastante recente, pelo que surgem poucos trabalhos relacionados na literatura científica. Essencialmente podem-se dividir esses trabalhos em duas categorias distintas, uma centrada nos aspectos tecnológicos e outra mais focada nos aspectos humanos da geocolaboração.

Na primeira categoria encontramos sistemas como o Open GIS [Gardels97] e COPA [Tourinho01], que estudam formas de integrar informação diversa com informação georeferenciada. Estes sistemas não abordam directamente a geocolaboração, mas exploram soluções infraestruturais que a possibilitem.

Ainda na primeira categoria, devem ser destacados os esforços de desenvolvimento de ambientes virtuais para visualização geográfica (geovisualização) [MacEachren99; Manoharan02]. Nesta perspectiva a geocolaboração refere-se ao suporte para exploração de informação por múltiplos utilizadores dentro de ambientes virtuais. Não é considerada a questão do trabalho de campo.

Na segunda categoria, focando nos aspectos humanos da geocolaboração, encontramos dois projectos em curso [Nusser03; Pinto03] que abordam especificamente o

problema da interacção com informação georeferenciada em formato digital durante o trabalho de campo. Estes projectos também estudam a questão da integração de informação contextual (fotos, etc.) e mencionam que estão a ser experimentadas formas de navegação na informação que é recolhida no campo. Sobre estes projectos é fornecida apenas informação preliminar, não havendo ainda resultados experimentais.

Ainda na segunda categoria, [Hope00] estuda o impacto da geocolaboração nas práticas de trabalho. No entanto, ao contrário do trabalho descrito neste artigo, o foco foi no acesso a bases de dados remotas. [Medeiros01] estuda ainda o suporte à coordenação entre geocolaboradores e desenvolveram um sistema de integração entre GIS, sistemas de workflow e outras ferramentas não estruturadas (suporte a reuniões, argumentação e foruns de discussão). Não foi abordada a questão do trabalho de campo.

Em resumo, pode-se considerar que o projecto descrito neste artigo aborda uma questão actual e pouco estudada: os aspectos humanos da geocolaboração, num ambiente de tomada de decisão durante o trabalho de campo. Nesse contexto, foram identificadas as principais questões de design que levaram ao desenvolvimento de artefactos geocolaborativos, e foram apresentados resultados sobre o uso desses artefactos e a utilidade percebida pelos futuros utilizadores.

7. CONCLUSÕES E TRABALHOS FUTUROS

Na elaboração deste projecto foram abordados os processos actualmente utilizados no IGM relacionados com a recolha de dados geológicos e produção de cartografia geológica. Identificou-se o problema de estes processos serem muito demorados. Estudou-se a possibilidade de desenvolver um sistema colaborativo de modo a reduzir tempos e custos ao efectuar este tipo de trabalho.

A aproximação seguida utilizou os conceitos de [Beyer98], que preconiza a realização de inquirição contextual de forma a compreender os processos de trabalho e daí derivar a análise e design de sistemas. Nesse âmbito foi acompanhado um levantamento geológico efectuado por um técnico de cartografia do IGM. Após essa fase procedeu-se à definição de modelos descritivos dos processos de trabalho e especificação de requisitos para um sistema colaborativo de recolha de dados geológicos e cartografia geológica. O sistema resultante integra diversas ferramentas das quais se destacam duas em particular, SAGISc e ArcPad®, sendo que a primeira foi desenvolvida no âmbito deste projecto e a segunda é uma ferramenta de GIS comercial.

A funcionalidade da ferramenta SAGISc centra-se no suporte a um artefacto digital que deriva directamente de um artefacto identificado na fase de inquirição contextual: o livro de campo, onde são recolhidos diversos tipos de dados e questões identificadas pelos geólogos durante o trabalho de campo. O artefacto digital

que foi desenvolvido permite a partilha de informação e colaboração entre as equipas de trabalho local e remota.

Após o desenvolvimento deste sistema procedeu-se à sua avaliação por especialistas da área de Geociências. Como factor positivo resultante da avaliação do sistema realça-se a componente de colaboração entre as equipas, pelo facto de permitir reduzir os tempos de trabalho de levantamentos geológicos. No extremo oposto, pela negativa, foram identificados problema com as comunicações, quer pela lentidão quer pela cobertura da rede GPRS. Paralelamente, também foram identificados problemas de ergonomia devidos à proliferação de fios do equipamento, peso e volume do computador portátil. A ferramenta SAGISc foi considerada de rápida compreensão e fácil utilização.

A arquitectura do sistema deverá futuramente evoluir para utilizar tecnologia Internet, onde as equipas trabalhariam sobre um servidor WWW. Esta solução seria de mais fácil utilização para os especialistas de Geociências e também permitiria a colaboração em simultâneo de várias equipas remotas (actualmente apenas uma é suportada).

Alguns especialistas em levantamentos geológicos fizeram sugestões pertinentes, que se enquadram dentro dos trabalhos futuros:

- Possibilitar que uma estação (ponto georeferenciado) tenha associado mais de uma fotografia e desenho;
- Incluir um campo para ortofotomapas;
- Permitir a escrita sobre as fotografias e/ou ortofotomapas;
- Criar uma biblioteca de símbolos para inserir sobre as fotografias e/ou ortofotomapas;
- Adicionar um campo com a data do levantamento;
- Retirar o campo do som, pois alguns especialistas consideraram que o som fica distorcido e acaba por não se apresentar relevante para a análise dos problemas que surgem durante o trabalho de campo.

8. AGRADECIMENTOS

Agradece-se a colaboração dos Departamentos e Técnicos do IGM, e um especial agradecimento aos colegas Américo Esperancinha, Emilia Salgueiro, Manuel de Moraes, Cristina Antunes e Alain Françes pela sua participação nas experiências de campo.

9. REFERÊNCIAS

[ARCPAD]

[Http://www.esri.com/software/arcpad/index.html](http://www.esri.com/software/arcpad/index.html).

[Beyer98] H. Beyer and K. Holtzblatt, *Contextual Design: Defining Customer-Centered Systems*. Morgan Kaufmann, 1998.

[ESRI] [Http://www.esri.com/software/index.html](http://www.esri.com/software/index.html).

[Fagrell00] H. Fagrell, K. Forsberg, and J. Sanneblad, "FieldWise: A Mobile Knowledge Management Architecture," in *Proceeding of the ACM 2000 Conference on Computer supported cooperative work*, ACM Press, Ed. Philadelphia, 2000, pp. 211-220.

[Gardels97] K. Gardels, "Open GIS and on-Line Environmental Libraries," *SIGMOD Record*, vol. 26, no. 1, 1997.

[Hope] M. Hope, T. Chrisp, and N. Linge, "Improving Co-Operative Working in the Utility Industry Through Mobile Context Aware Geographic Information Systems." *Proceedings of the Eighth ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems*. Washington, D.C., 2000.

[Likert] [Http://trochim.human.cornell.edu/kb/scallik.htm](http://trochim.human.cornell.edu/kb/scallik.htm).

[MacEachren99] A. MacEachren, R. Edsall, D. Haug, R. Baxter, G. Otto, R. Masters, S. Fuhrmann, and L. Qian, "Virtual Environments for Geographic Visualization: Potential and Challenges." *Proceedings of the 1999 Workshop on New Paradigms in Information Visualization and Manipulation in Conjunction with the Eighth ACM International Conference on Information and Knowledge Management*. Kansas City, Missouri, November, 1999.

[Manoharan02] A. Manoharan and M. Manoharan, "A Collaborative Analysis Tool for Visualisation and Interaction with Spatial Data." *Proceedings of the 19th Annual Conference on Computer Science*. San Antonio, Texas, 2002.

[Medeiros01] S. Medeiros, J. Souza, J. Strauch, and G. Pinto, "Coordination Aspects In A Spatial Group Decision Support Collaborative System." *SAC 2001*. Las Vegas, 2001.

[Nusser03] S. Nusser, L. Miller, K. Clarke, and M. Goodchild, "Digital Government: Geospatial IT for Mobile Field Data Collection," *Communications of the ACM*, vol. 46, no. 1, January, 2003.

[Pinto03] G. M. Pinto, S., J. Souza, J. Strauch, and C. Marques, "Spatial Data Integration in a Collaborative Design Framework," *Communications of the ACM*, vol. 46, no. 3, March, 2003.

[Tourinho01] J. Touriño, F. Rivera, C. Alvarez, C. Dans, J. Parapar, R. Doallo, M. Boullón, J. Bruguera, R. Crecente, and X. González. *Proceedings of the Ninth ACM International Symposium on Advances in Geographic Information Systems*. Atlanta, Georgia, 2001.