

# DIVISÃO DE GEOLOGIA BÁSICA

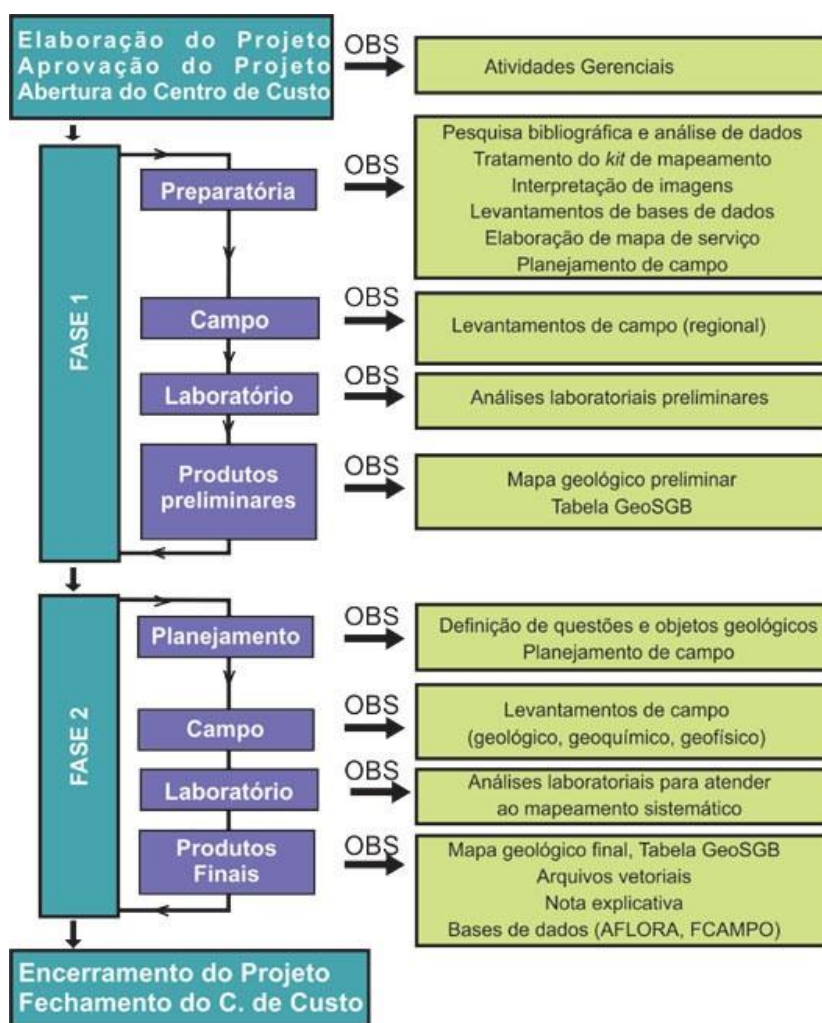
## INSTRUÇÃO TÉCNICA DIGEOB 01 – 01.07.2020

### Projetos de mapeamento geológico

## 1 – INTRODUÇÃO

O presente documento constitui o Guia de Procedimentos Técnicos para definição de projetos de mapeamento geológico da Diretoria de Geologia e Recursos Minerais-DGM, cujas recomendações representam uma atualização da versão publicada em 2000, elaborada pelo Departamento de Geologia-DEGEO, em função da necessidade de adaptações devido a alterações de sistemáticas em anos mais recentes.

Seguindo a sistemática atualmente adotada pela DGM, um projeto é proposto através da elaboração de um anteprojeto, que é avaliado pelo corpo gerencial e Diretoria/Departamentos. Caso aprovado, o mesmo é considerado oficialmente iniciado quando da abertura do Centro de Custo, sendo estas atividades referidas como gerenciais (Figura 1).



**Figura 1** – Fluxograma de implantação e desenvolvimento de projeto padrão de mapeamento geológico da DGM.

Os limites de áreas de projetos propostos devem, preferencialmente, obedecer limites de folhas cartográficas, compreender folhas contíguas, tendo como prioridade regiões com ambientes geológicos favoráveis à mineralizações e/ou áreas com conhecimento geológico imaturo.

A sistemática dos projetos de mapeamento prevê a divulgação de mapas geológicos preliminares ao final do primeiro ano de execução, contemplando dados factuais de campo e primeiros resultados analíticos, como

análises petrográficas. O mapa geológico preliminar poderá ser disponibilizado em formato PDF no GeoSGB, sendo posteriormente substituído pelo mapa geológico final. Ao longo do desenvolvimento do projeto, outros produtos poderão ser solicitados a cada ano, a critério da DGM.

O segundo ano do projeto compreenderá o detalhamento do mapeamento, incluindo a obtenção de novos dados de campo, realização de análises laboratoriais e poderá envolver toda a área do projeto ou apenas uma região específica, considerando-se a sua importância geológica e o potencial metalogenético.

Para a conclusão do projeto os produtos finais essenciais de um projeto de mapeamento geológico sistemático serão os mapas geológicos, e seus arquivos vetoriais, a nota explicativa e as bases de dados AFLORA e FCAMPO. O encerramento do projeto será consolidado com o fechamento do Centro de Custo (Figura 1).

## 2 – FASES E ETAPAS DO PROJETO

Uma vez aprovado e iniciado o projeto, este será desenvolvido em duas fases, detalhadas a seguir.

### 2.1 – Fase 1

Deve ser desenvolvida ao longo do primeiro ano do projeto, inclui as etapas Preparatória, Campo e Laboratório, e culmina com a elaboração do mapa geológico preliminar.

#### 2.1.1 – Etapa Preparatória

Inicia com a aquisição e utilização do *kit* de mapeamento, interpretação de produtos de sensores remotos (fotografias aéreas, imagens de satélite e/ou aerotransportados, mapas geofísicos, etc.), elaboração do mapa geológico de serviço e planejamento das etapas de campo (geologia, mapeamento geoquímico de superfície, geofísica, etc.).

O kit de mapeamento é composto por um conjunto de produtos (Tabela 1), os quais deverão ser georreferenciados segundo o sistema SIRGAS 2000 e ancorados à imagens *RapidEye* (para as escalas 1:10.000 e 1:25.000), *GeoCover* (principalmente para as escalas menores) e ortofotos (para escalas de detalhe).

Também é imprescindível nesta etapa o levantamento e tabulação de dados da bibliografia (artigos, relatórios de empresas, dissertações de mestrado, teses de doutorado, etc). Nestas publicações deve-se buscar a recuperação e locação de estações geológicas com resultados de análises petrográficas, químicas, geocronológicas, paleontológicas, de recursos minerais, etc.

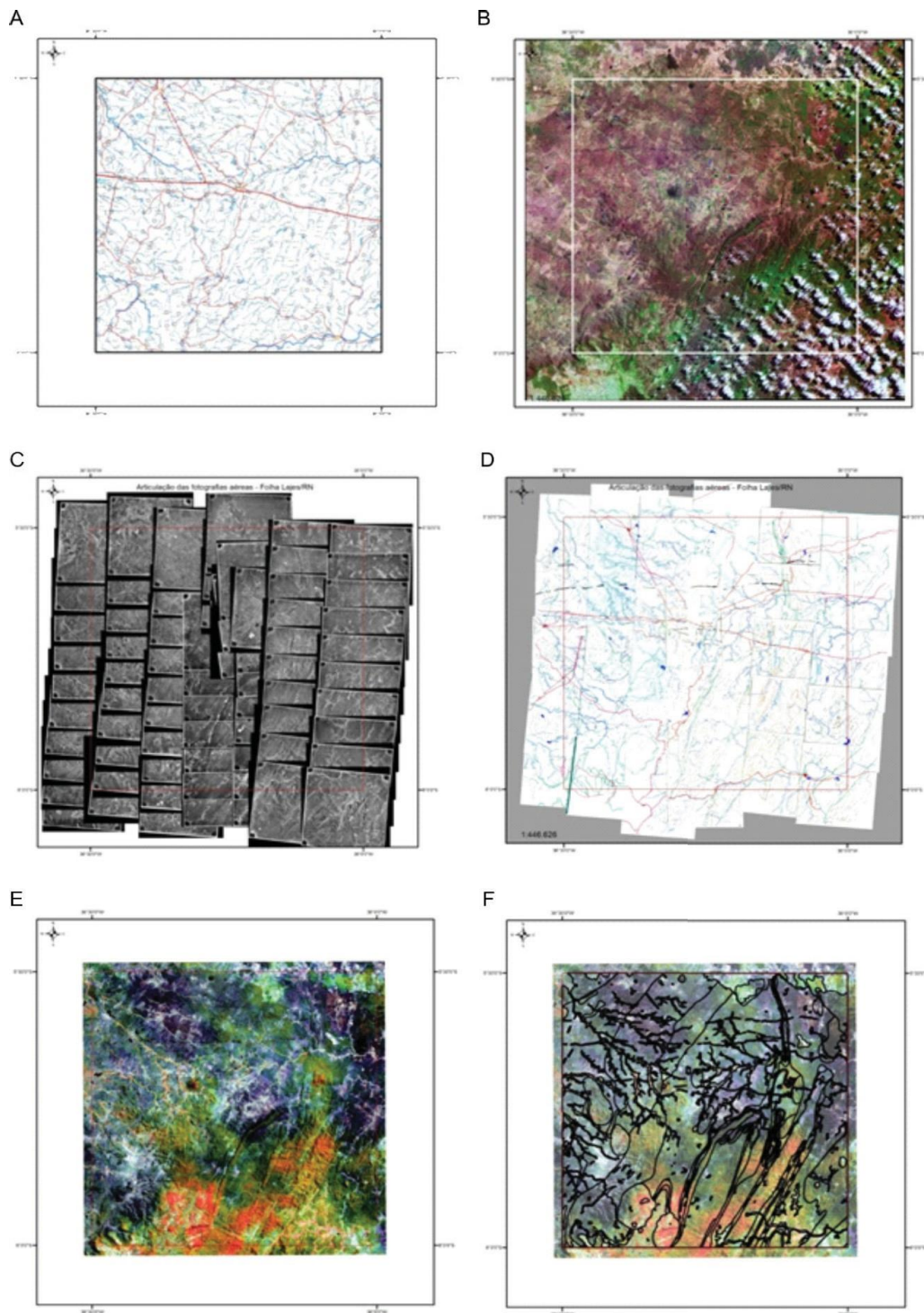
**Tabela 1** – Relação dos principais produtos que devem conter no kit de mapeamento.

PRODUTO	OBSERVAÇÃO
Base planimétrica digital vetorizada	Georeferenciada e no formato <i>ArcGis</i> *1
Imagem do mosaico <i>RapidEye</i> e/ou <i>GeoCover</i>	A ser utilizado como imagem âncora para outros produtos/temas
Base geológica pré-existente digital (vetorizada)	Recorte de mapas pré-existentes.
Fotografias aéreas	Preferencialmente em escala próxima à adotada pelo projeto
Imagens geofísicas	Georeferenciadas e no formato <i>ArcGis</i> *1
Imagens digitais de terreno (p.ex. SRTM)	Georeferenciadas e no formato <i>ArcGis</i> *1
Imagens de satélite	Georeferenciadas e no formato <i>ArcGis</i> *1
Dados de afloramentos históricos	Cadastros provenientes do <i>GeoSGB</i> e da bibliografia.
Dados de prospecção geoquímica disponíveis	Concentrados de bateia, sedimento de corrente, solo, disponíveis no <i>GeoSGB</i>
Dados de recursos minerais	Cadastros provenientes do <i>GeoSGB</i> e da bibliografia.
Dados geocronológicos	Cadastros provenientes do <i>GeoSGB</i> e da bibliografia

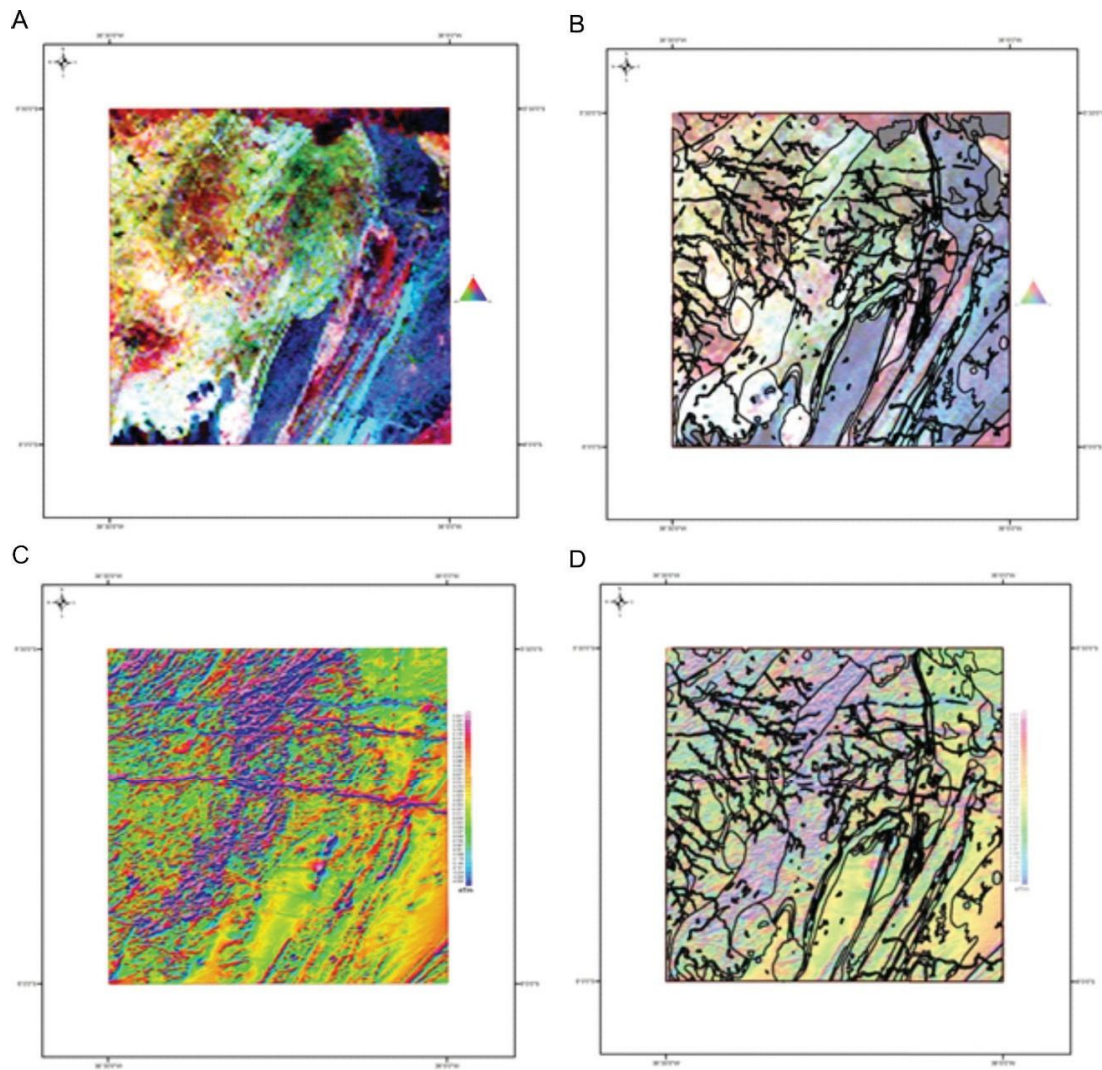
\*1 - Programa de digitalização/GIS adotado pela CPRM no período do projeto.

### 2.1.1.1 – Elaboração do mapa geológico de serviço

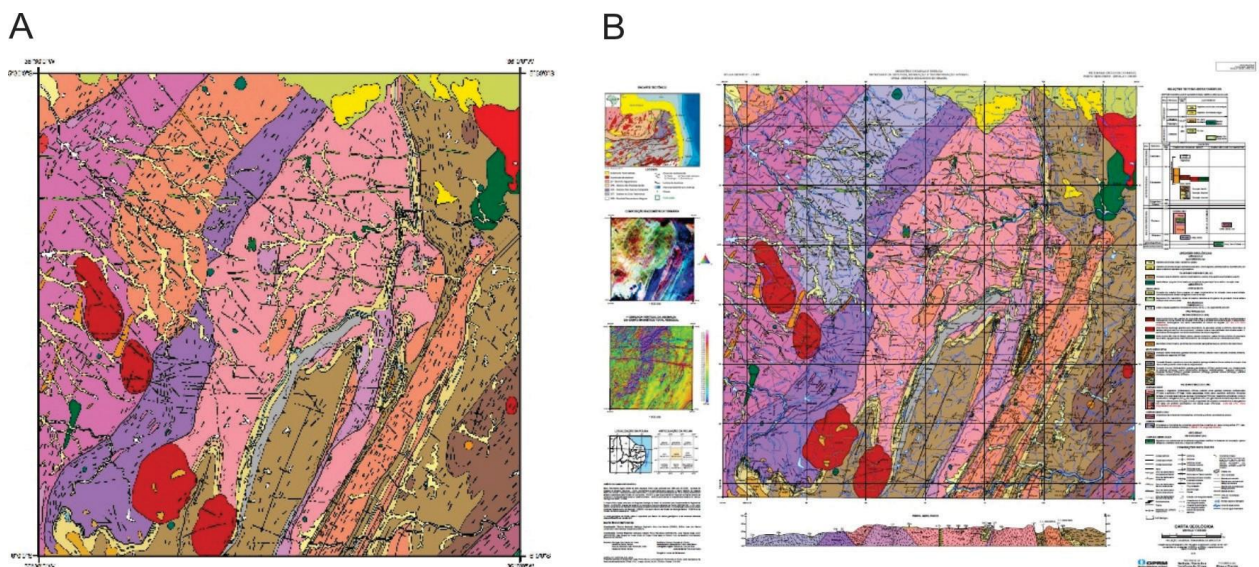
Todo o acervo de produtos e dados deverá ser tratado visando a elaboração do mapa (ou carta) geológico de serviço, obrigatoriamente, antes do início dos trabalhos de campo. Para elaboração deste produto, é fundamental a interpretação detalhada de imagens orbitais, fotografias aéreas e imagens aerogeofísicas (Figuras 2 e 3), visando o entendimento prévio dos padrões estruturais, de relevo e assinaturas geofísicas, além da análise crítica e avaliação de dados anteriores oriundos do GeoSGB ou da bibliografia, de modo que o mapa geológico de serviço represente o estado da arte do conhecimento geológico da área a ser mapeada, o qual, em geral, já exibirá padrão de cartografia geológica aproximado àquele consolidado no mapa geológico (Figura 4).



**Figura 2** – Exemplos de produtos utilizados na elaboração do mapa geológico de serviço da Folha Lajes: (A) Base cartográfica elaborada a partir da imagem GeoCover (B). (C) Mosaico de fotografias aéreas e interpretação detalhada sobre overlays (D). (E) Imagem LANDSAT 7 ETM+ R4G5B3 e exemplo da mesma interpretada (F).



**Figura 3** – Exemplos de produtos aerogeofísicos utilizados na elaboração do mapa geológico de serviço da Folha Lajes: (A) Mapa aerogamaespectrométrico de composição ternária K-eTh-eU e (C) Mapa aeromagnetométrico da primeira derivada vertical - Dz, e exemplo de interpretação destas imagens em (B) e (D), respectivamente.



**Figura 4** – Mapa geológico de serviço (A) e mapa geológico final da Folha Lajes (B).

### 2.1.1.2 – Planejamento das etapas de campo

O planejamento das etapas de campo da Fase 1 deverá ser realizado sobre o mapa geológico de serviço e englobar toda a área do projeto, definindo-se os perfis geológicos a serem executados durante os levantamentos de campo. A definição dos perfis geológicos deverá levar em conta a geologia da área e as possibilidades de acesso, devendo estes serem posicionados perpendicularmente às estruturas geológicas, de modo que seja possível a checagem em campo do maior número possível de unidades geológicas e das estruturas mestras.

O planejamento das etapas de campo para levantamentos de geoquímica prospectiva e de geofísica terrestre, ou outros que possam estar previstos, deverão ser realizados de acordo com os padrões recomendados pela instrução técnica sobre o tema executado.

Esta etapa inclui a preparação logística para os trabalhos de campo, assim como é fundamental o atendimento aos procedimentos de segurança no campo.

### 2.1.2 – Levantamentos de campo

Os trabalhos de campo desta fase têm por objetivo o levantamento geológico regional de toda a área do projeto, visando obter uma visão geral da geologia, definir os principais problemas geológicos a serem abordados, e selecionar áreas a serem detalhadas nos levantamentos subsequentes. Para esta etapa deverão ser observadas as recomendações das instruções técnicas que tratam das metodologias adotadas pela CPRM no mapeamento geológico, estratigrafia, geologia estrutural, petrografia, geoquímica de rochas e geocronologia. A Tabela 2 sintetiza as principais atividades previstas nos levantamentos de campo da Fase 1.

Caso estejam previstos levantamentos de geoquímica prospectiva e de geofísica terrestre, estes também poderão ser iniciados nesta etapa, e de acordo com os procedimentos recomendados na instrução técnica sobre o tema.

Esta etapa culmina com a definição das áreas para serem detalhadas na fase seguinte (Fase 2), considerando a importância geológica e metalogenética da região.

**Tabela 2** – Relação das principais atividades realizadas no levantamento de campo da Fase 1.

ATIVIDADE	OBSERVAÇÃO
Mapeamento geológico preliminar de toda a área do projeto	Perfis regionais e independentes dos limites das folhas
Coleta de amostras para análises petrográficas	Coleta iniciada nesta etapa, principalmente em áreas de difícil acesso/retorno, devendo ser concluída na Fase 2 do projeto
Coleta de amostras para análises geoquímicas	
Coleta de amostras para análises geocronológicas	
Reconhecimento dos recursos minerais mais importantes	Principalmente depósitos e minas, com ênfase à observação dos controles das mineralizações
Reconhecimento geológico das anomalias geofísicas	Devem ser priorizadas as anomalias mais importantes sob ponto de vista metalogenético e/ou geológico/estrutural

### 2.1.3 – Análises laboratoriais

Deverão ser confeccionadas e descritas seções delgadas representativas de todas unidades litológicas, no sentido de auxiliar no entendimento global das unidades litoestratigráficas, e na proposição de um quadro litoestratigráfico preliminar e coerente com a geologia da área mapeada.

O estudo petrográfico pode ser realizado por petrógrafo, que deverá receber acompanhamento do geólogo responsável pela coleta das amostras estudadas, e/ou por este último, sempre que possível. A descrição petrográfica deverá ser feita de forma factual, visando a definição da mineralogia e classificação das rochas, e de seus aspectos texturais/estruturais. Observações microscópicas de estruturas primárias, sedimentares e magmáticas, dos episódios de deformação, de fácies sedimentares e metamórficas são importantes para a definição da estratigrafia, pois os mapas geológicos gerados nesta fase serão essencialmente baseados em dados de campo e petrográficos.

Nesta etapa podem ser encaminhadas amostras para outras análises laboratoriais, como geocronológicas e

litogeoquímicas, desde que haja entendimento claro da questão geológica e amostragem idealmente representativa.

### 2.1.4 – Análises laboratoriais

A integração dos dados geológicos levantados na primeira fase do projeto permitirá a elaboração do mapa geológico preliminar, contemplando os dados factuais de campo, análises petrográficas e outras informações/resultados analíticos disponíveis.

Os mapas geológicos preliminares já deverão obedecer ao modelo/layout padrão da DGM (Figura 5 e arquivo anexo). O roteiro para descrição das unidades litoestratigráficas na legenda dependerá das características da classe de rocha mapeada, mas deve obedecer, em princípio, a sequência: 1) Tipos litológicos, e quando possível composição mineralógica; 2) Granulometria e variações granulométricas; 3) Texturas e estruturas, primárias e/ou deformacionais; 4) Variações de fácies, sedimentares, ígneas e metamórficas; 5) Mineralizações associadas, quando houver; 5) Anomalias geofísicas e geoquímicas, quando houver. Mesmo que uma unidade litoestratigráfica se repita em mais de uma folha/mapa, as legendas deverão ser compatíveis com a geologia de cada uma delas, individualmente.

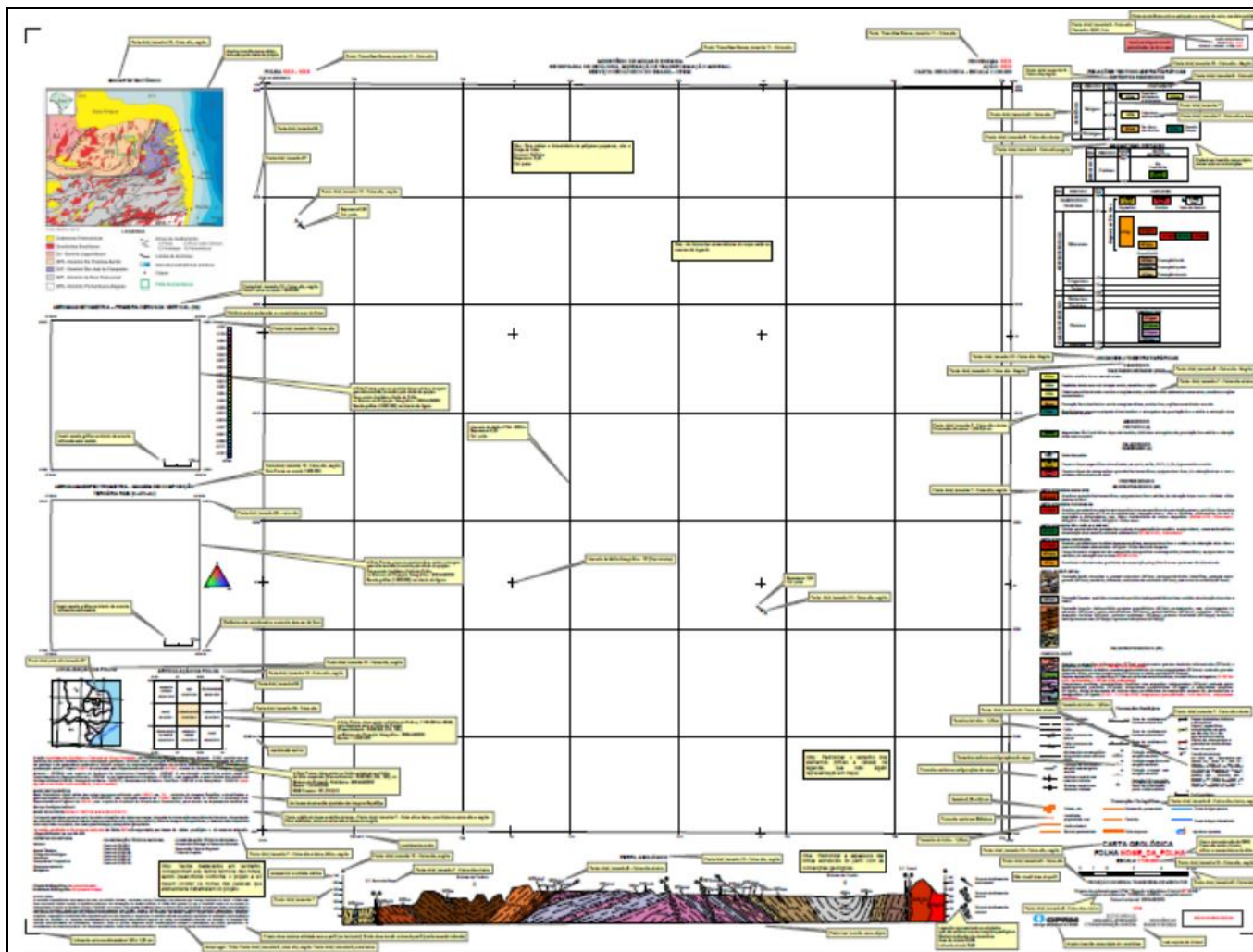


Figura 5 – Modelo/layout para carta geológica disponibilizada pela DGM em 2019.

No mapa geológico preliminar deverão ser evitados detalhes interpretativos quando não houver suporte em dados consistentes, como por exemplo definição de séries magmáticas, ambiente tectônico, modelo deposicional, etc.

Os mapas geológicos preliminares poderão ser disponibilizados em formato pdf no site corporativo da

CPRM, após aprovação final da DIGEOB e do DEGEO. Para análise do mapa preliminar pela DIGEOB, é necessária a elaboração da tabela *GeoSGB*, de acordo com modelo apresentado na instrução de referência. A Figura 6 mostra exemplo do mapa geológico preliminar da Folha Juazeirinho SB.24-Z-D-II, publicado em 2017.

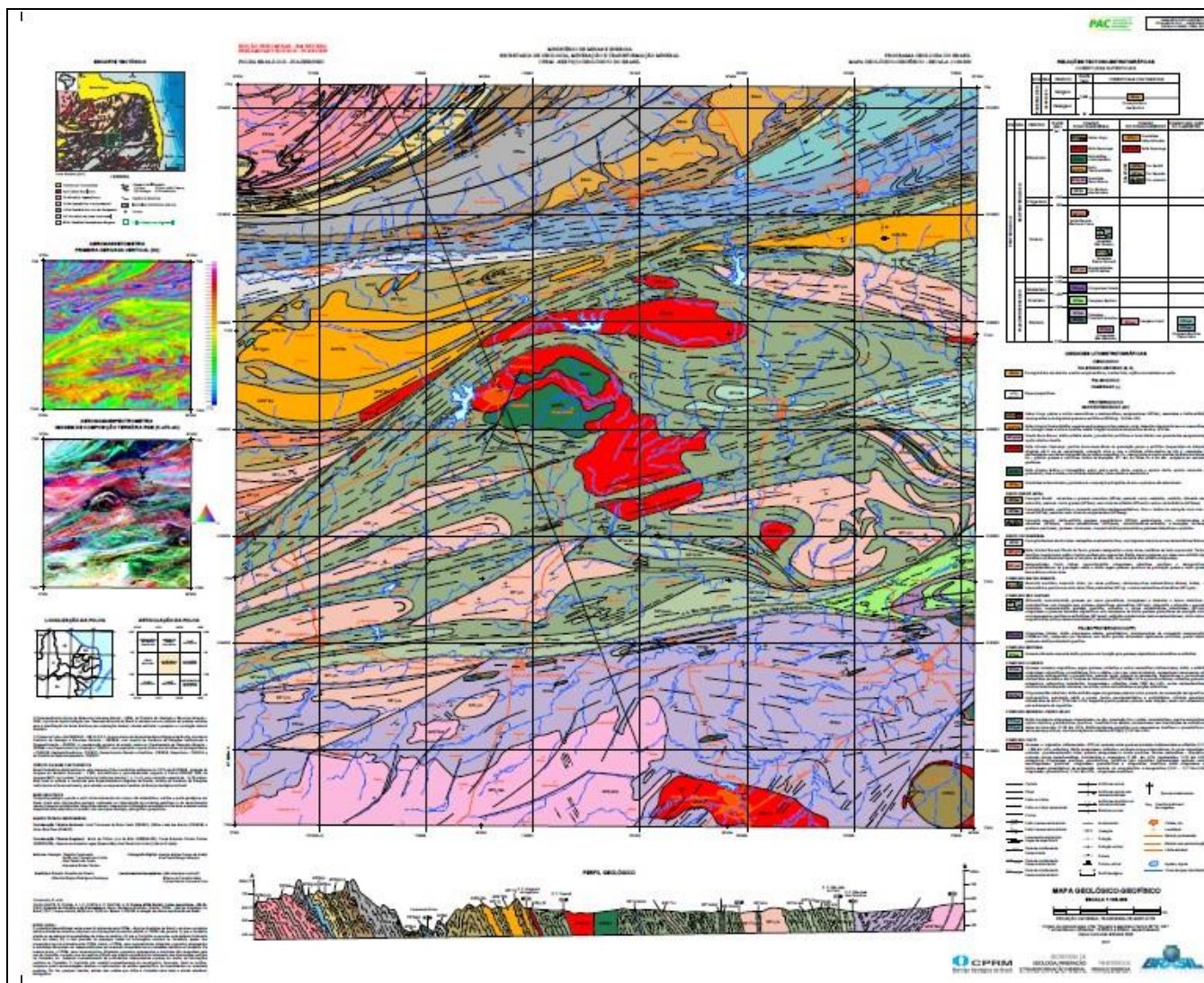


Figura 6 – Exemplo de mapa geológico preliminar disponibilizado no GeoSGB. Folha Juazeirinho SB.24-Z-D-II (escala 1:100.000).

## 2.2 – Fase 2

Em geral esta etapa inicia no segundo ano do projeto, envolve a cartografia geológica, a avaliação dos recursos minerais e do potencial mineral em função do contexto geológico, o desenvolvimento das análises laboratoriais de suporte, e a elaboração dos produtos finais.

### 2.2.1 – Planejamento das etapas de campo

Nesta etapa o planejamento das campanhas de campo visa a complementação dos levantamentos de campo e finalização do mapeamento geológico na área do projeto, agora com base no mapa geológico preliminar elaborado na primeira fase do projeto.

## 2.2.2 – Levantamentos de campo

Considerando-se que os levantamentos de campo da Fase 1 do projeto já permitiram uma visão geral da área, nesta etapa os levantamentos geológicos visam a conclusão do mapeamento geológico sistemático, compatível com a escala adotada, e preferencialmente com nível de observação homogêneo em toda a área do projeto.

Deverão ser consideradas as principais questões geológicas, com objetos geológicos bem discutidos e definidos, com coleta sistemática de amostras, visando análises laboratoriais subsequentes. As unidades litoestratigráficas previamente delimitadas deverão ter seus estudos concluídos. Deve ser realizado o cadastro de recursos minerais e o entendimento dos controles geológicos das mineralizações conhecidas. Índícios geoquímicos e mineralométricos deverão ser checados nesta etapa, assim como anomalias geofísicas.

Recomenda-se estudar e mapear em detalhe os afloramentos mais representativos para entendimento do contexto litoestrutural da área, os quais poderão formar a base para a subdivisão litoestratigráfica, para o entendimento do arcabouço tectonoestrutural, sequência de eventos (metamórficos, deformacionais, de sedimentação, etc), que auxiliem na interpretação comparativa e evolutiva da área. É ressaltada a importância de se elaborar ilustrações (perfis geológicos, desenhos de afloramentos, etc) que possam constituir peças integrantes do relatório final. É necessário identificar e descrever estruturas planares e lineares, primárias ou deformacionais, analisando-as do ponto de vista geométrico e cinemático, e coletar amostras orientadas para estudo das microestruturas, visando a análise estrutural da área estudada. Registro fotográfico deve ser o mais representativo possível, que possibilite inclusive discussões entre as equipes de campo, sendo também possível a gravação de audios e vídeos.

Na Tabela 3 são apresentados os quantitativos de referência para realização de mapeamento geológico sistemático em uma folha cartográfica, nas escalas de 1:250.000 a 1:50.000. Estes quantitativos são orientativos, e podem variar em função, por exemplo, da maior complexidade geológica de uma área (para mais), ou das dificuldades de coletas sistemáticas de amostras em áreas de mais difícil acesso (mapa menos). Variações sobre os quantitativos indicados devem ser discutidos com a chefia imediata, durante o desenvolvimento do projeto. Análises laboratoriais por outros métodos não indicados na tabela podem ser realizadas, desde que negociadas com a chefia e diante da viabilidade orçamentária e/ou administrativa (contratual) de execução.

**Tabela 3** - Parâmetros de referência para um projeto de cartografia geológica sistemática referente a área de uma folha nas escalas de 1:50.000 a 1:250.000.

ITEM	QUANTIDADE
Afloramentos descritos	300 a 600
Análises petrográficas	100 a 150
Análises litogeoquímicas	60 a 80
Análises isotópicas (ex. U-Pb)	03 a 06

É importante destacar que entre as etapas de campo deve ser realizada a contínua atualização do mapa geológico, a organização e tabulação dos dados de campo, e o preenchimento das bases de dados.

## 2.2.3 – Análises laboratoriais

Nesta etapa deve ser realizada a seleção criteriosa de amostras para análises laboratoriais, que contemple a caracterização das unidades litoestratigráficas e a solução de questões geológicas.

As análises petrográficas devem incluir a composição mineralógica, classificação das rochas, definição dos processos de equilíbrio mineral, sequência de cristalização, paragêneses e fácies metamórficas, processos de alteração hidrotermal, etc. No caso de rochas que tenham sofrido mudança de textura, estrutura e/ou da mineralogia primária, é importante que haja a indicação do possível protólito.

É indispensável o estudo petrográfico das amostras selecionadas para análises litogeoquímicas e isotópicas. Estas devem ser criteriosamente selecionadas, considerando-se a representatividade, com relação a questão geológica a ser respondida, e a definição do método analítico apropriado em função da natureza da rocha.

Para estudos litogeoquímicos devem ser coletadas amostras frescas, evitando-se amostras hidrotermali



zadas e alteradas intempericamente. A relação tamanho da amostra/granulometria da rocha deve ser observada, evitando-se situações como, coletar fácies cumuláticas de rochas ígneas, que não representam composições de líquidos e, portanto, falseiam as interpretações petrogenéticas.

As solicitações de análises laboratoriais deve ser baseada nos contratos vigentes com laboratórios contratados pela CPRM. Detalhes sobre a coleta de amostras para determinações geocronológicas são apresentados na instrução técnica sobre o tema.

## 2.2.4 – Elaboração de produtos finais

Os produtos essenciais que devem ser apresentados ao final de um projeto de cartografia geológica sistemática são: 1) mapa geológico; 2) conjunto de arquivos vetoriais; 3) nota explicativa, e 4) bases de dados (AFLORA, FCAMPO, etc.). Outros produtos poderão ser acordados ao longo do desenvolvimento de um projeto, a exemplo de mapas de recursos minerais, de prospectividade, e outros temas.

Os mapas geológicos devem representar cartograficamente os dados e informações obtidas no projeto, obedecendo os modelos/layouts (Figura 5 e arquivo em anexo) e instruções técnicas definidas pela DGM. Este mapa deve ser suportado por um SIG, cujos arquivos vetoriais também deverão ser disponibilizados.

A nota explicativa constitui o relatório final do projeto, representando uma ou mais folhas que compõem a área do projeto, conforme acordado com a empresa, e sua elaboração deve seguir as orientações da instrução técnica sobre o tema.

As bases de dados também deverão ser alimentadas através dos aplicativos vigentes (AFLORA, FCAMPO, etc.) na época da inserção dos dados.

### 2.2.4.1 – Análise, revisão e publicação de produtos finais

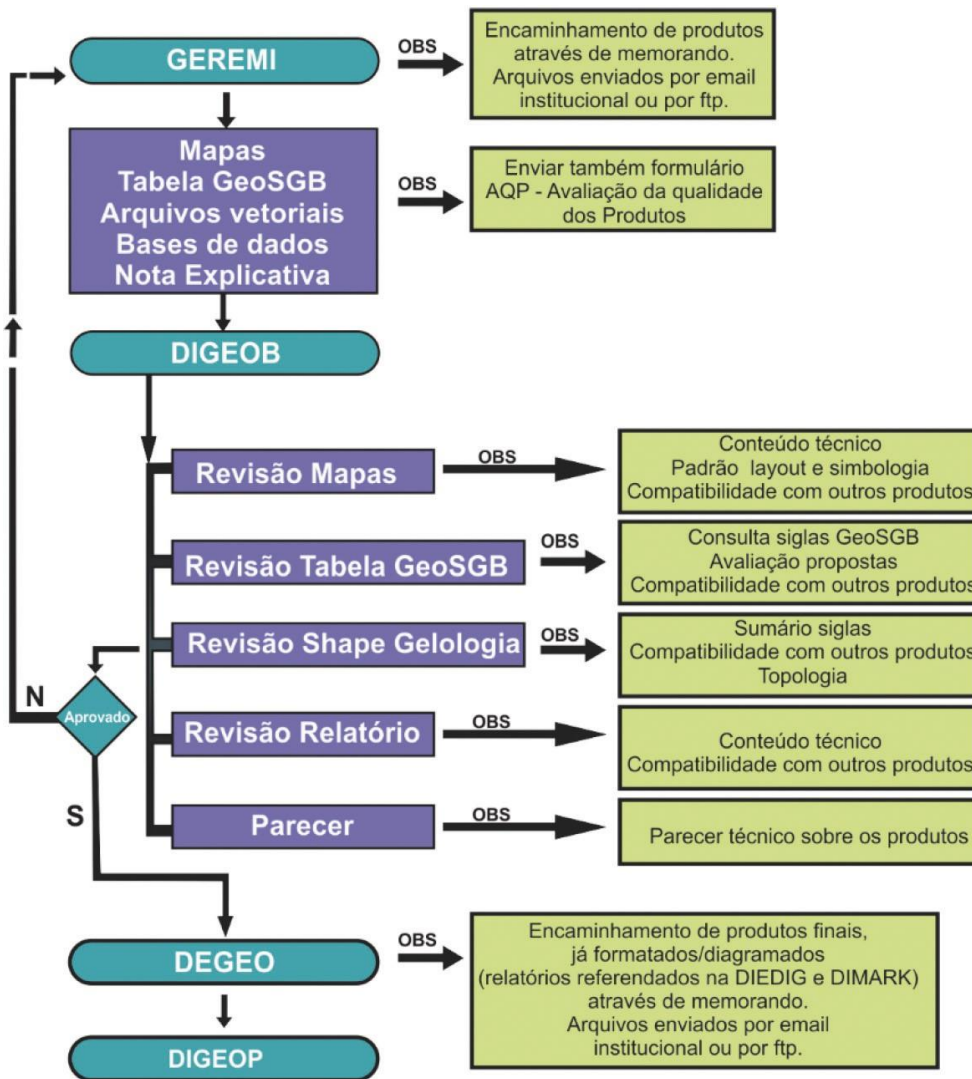
Todos os produtos finais deverão ser avaliados e revisados nas unidades regionais, pelo corpo gerencial ou por pesquisadores locais por eles designados, antes do envio para revisão e parecer na DIGEOB. O formulário de Avaliação da Qualidade de Produtos – AQP, deverá ser encaminhado pelo GEREMI juntamente com os produtos a serem avaliados.

Além da equipe da DIGEOB, outras divisões e pesquisadores poderão ser acionados para colaborar na revisão dos produtos. Serão realizadas tantas revisões e correções quantas forem necessárias para garantir a qualidade técnica dos produtos.

Os arquivos finais de mapas, os arquivos vetoriais e as bases de dados, após a fase de revisões e correções, deverão ser enviadas pelos gerentes regionais ao DEGEO, solicitando a publicação, que será realizada pela equipe da DIGEOP (Figura 7). Correções adicionais poderão ser solicitadas pela DIGEOP antes da disponibilização dos produtos no GeoSGB.

No caso específico da nota explicativa, após aprovação do produto pela DIGEOB, esta deve ser encaminhada para diagramação e editoração, com supervisão da DIEDIG. De posse do arquivo final em PDF, cujo padrão editorial deve ser aprovado na DIMARK, este deve ser enviado ao DEGEO para publicação no GeoSGB e RIGEO.

O chefe do projeto deve verificar na intranet da CPRM os arquivos (layouts e instruções técnicas) sobre a elaboração e a diagramação de relatórios e mapas, além dos aplicativos para a alimentação das bases de dados.



**Figura 7** – Fluxograma e observações referentes ao encaminhamento, avaliação e disponibilização de produtos.

## AUTORES

Vladimir Cruz de Medeiros  
 Adelson Alves Wanderley  
 Lúcia Travassos da Rosa-Costa  
 Elizete Domingues Salvador